

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

Paôla Tatiana Felippi Tomé

**UMA METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE
CURVAS SEMELHANTES DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO
ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE AGRUPAMENTO**

Florianópolis
2010

Paôla Tatiana Felippi Tomé

**UMA METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE
CURVAS SEMELHANTES DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO
ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE AGRUPAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção da Universidade Federal de
Santa Catarina para obtenção do
título de Mestre em Engenharia de
Produção, área de concentração
Logística e Transportes

Orientador: Prof. Antônio Sérgio
Coelho, Dr.

Florianópolis
2010

Catalogação na fonte elaborada pela biblioteca da
Universidade Federal de Santa Catarina

T656m Tome, Paola Tatiana Felippi

Uma metodologia para identificação de curvas semelhantes de tráfego rodoviário através de técnicas de agrupamento [dissertação] / Paôla Tatiana Felippi Tomé ; orientador, Antônio Sérgio Coelho. - Florianópolis, SC, 2010. 172 p.: il., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Inclui referências

1. Engenharia de produção. 2. Técnicas de agrupamento. 3. Fatores de expansão. 4. Contagem de tráfego. I. Coelho, Antônio Sérgio. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

CDU 658.5

Paôla Tatiana Felippi Tomé

**UMA METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE
CURVAS SEMELHANTES DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO
ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE AGRUPAMENTO**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na área de concentração Logística e Transportes e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 26 de fevereiro de 2010.

Prof. Antonio Cezar Bornia, Dr.
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Produção

Banca Examinadora:

Prof. Antônio Sérgio Coelho, Dr.
Orientador

Prof. Amir Mattar Valente, Dr.

Prof. Valter Zanela Tani, Dr.

Prof. Reginaldo Porath, Dr.

Ao meu cúmplice, companheiro,
amigo e amor Tiago Buss.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado força saúde e disposição para nunca esmorecer.

À UFSC, por propiciar os meios para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Antônio Sergio Coelho, pela forma dedicada e profissional pela qual conduziu seu trabalho de orientador.

A todos os membros da banca, que contribuíram de forma direta para a realização deste trabalho.

Aos meus pais, pelo amor, confiança e apoio incondicional.

Ao meu filho Matheus, por ser o sol na minha vida.

À todos os meus amigos que sempre me apoiaram.

Ao Labtrans pelas trocas de experiências proporcionadas durante o período de realização das atividades, e pelo apoio dos colegas de trabalho.

Ao DEINFRA, pelo apoio, troca de conhecimento e disponibilização de informações que possibilitaram a realização deste trabalho.

RESUMO

TOMÉ, Paôla Tatiana Felippi. Uma metodologia para identificação de curvas semelhantes de tráfego rodoviário através de técnicas de agrupamento. 2010. 163 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

O conhecimento do volume de tráfego das rodovias é uma informação valiosa para o planejamento do sistema rodoviário, porém demanda custos elevados, inviabilizando muitas vezes a implementação de um robusto programa de contagem. Neste sentido, este trabalho apresenta uma metodologia para identificar grupos de trechos de rodovias com curvas de tráfego homogêneas ao longo de determinado período, através de técnicas de agrupamento.

Baseada em dados coletados de tráfego, inicialmente é realizada uma análise para determinar o número ideal de grupos através de métodos hierárquicos de agrupamento, de forma que seja possível identificar o menor número de grupos, mas que ainda atenda um nível mínimo de precisão desejado. Após esta etapa, são utilizados métodos não-hierárquicos para a realização do agrupamento em si. Dessa forma, cada um dos grupos apresenta uma curva de tráfego característica que representa todos os trechos pertencentes ao mesmo grupo. Essa idéia é explorada com o intuito de reduzir os custos associados à implementação de programas de contagem, uma vez que para cada um dos grupos pode ser implementado apenas um contador permanente, e através de fatores de expansão, possam ser expandidos os volumes dos trechos pertencentes ao mesmo grupo, mas que não possuem coletas ininterruptas. Além disso, é feita uma revisão bibliográfica relacionada à termos, conceitos e sobre programas de contagens de tráfego realizados em âmbito nacional e internacional.

Palavras-chave: técnicas de agrupamento, fatores de expansão, contagem de tráfego.

ABSTRACT

TOMÉ, Paôla Tatiana Felippi. *A methodology for identification of curves similar traffic through clustering techniques*. 2010. XXX f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

Knowing the volume of road traffic is valuable information for planning the road system, but demand high costs, often making it impossible to implement a robust counting program. Thus, this paper presents a methodology to identify groups of stretches of highway with curves of homogeneous traffic over a certain period, through clustering techniques.

Based on data collected from traffic, is initially performed an analysis to determine the optimal number of groups using hierarchical clustering methods, so that you can identify the smallest number of groups, but still meet a minimum level of accuracy desired. After this step, are used non-hierarchical methods to achieve the group itself. Thus, each group has a traffic characteristic curve that represents all the parts from the same group. This idea is explored in order to reduce the costs associated with implementation of programs to count, since for each group can be implemented only one permanent counter and through expansion factors, can be expanded volumes of the parts belonging the same group, but do not have collections uninterrupted. Moreover, it is a literature review related terms, concepts and programs on traffic counts carried out nationally and internationally.

Keywords: clustering techniques, expansion factors, traffic count.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - EXEMPLO DE RODOVIAS RADIAIS	37
FIGURA 2 - EXEMPLO DE RODOVIAS LONGITUDINAIS	38
FIGURA 3 - EXEMPLO DE RODOVIAS TRANSVERSAIS	38
FIGURA 4 - EXEMPLO DE RODOVIAS DIAGONAIS	39
FIGURA 5 - EXEMPLO DE TRECHOS HOMOGÊNEOS EM SANTA CATARINA	40
FIGURA 6 - CARACTERÍSTICAS DA CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL.....	47
FIGURA 7 - INFORMAÇÕES SOBRE OS SISTEMAS DA CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL.....	48
FIGURA 8 - CURVAS DE TRÁFEGO DE RODOVIAS DE ILLINOIS E MINNESOTA.....	55
FIGURA 9 - FATORES DE EXPANSÃO	56
FIGURA 10 - EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO FATOR DE EXPANSÃO HORÁRIA	57
FIGURA 11 - EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO FATOR DE EXPANSÃO SEMANAL	58
FIGURA 12 - EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO FATOR DE EXPANSÃO SAZONAL.....	60
FIGURA 13 - LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS DE CONTAGEM PERMANENTE DO PNCT.....	63
FIGURA 14 - ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA DO SISTEMA REPRESENTATIVO.....	66
FIGURA 15 - DIVISÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO EM LOTES	
75	
FIGURA 16 - LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS DE CONTAGEM PERMANENTE DO CEARÁ.....	77
FIGURA 17 - ESQUEMATIZAÇÃO DOS MÉTODOS AGLOMERATIVOS	86
FIGURA 18 - EXEMPLO DE LIGAÇÃO INDIVIDUAL.....	87
FIGURA 19 - EXEMPLO DE LIGAÇÃO COMPLETA	88
FIGURA 20 - EXEMPLO DE LIGAÇÃO MÉDIA.....	88
FIGURA 21 - ESQUEMATIZAÇÃO DOS MÉTODOS DIVISIVOS.....	90
FIGURA 22 - ESQUEMA DA METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE TRÁFEGO	94
FIGURA 23 - LOCALIZAÇÃO DOS 125 TRECHOS ANALISADOS	

FIGURA 24 - DENDROGRAMA DO AGRUPAMENTO HIERÁRQUICO	100
FIGURA 25 - NÍVEL DE SIMILARIDADE POR NÚMERO DE GRUPOS.....	101
FIGURA 26 - DISTÂNCIA POR NÚMERO DE GRUPOS.....	101
FIGURA 27 - DISTÂNCIA ENTRE A SIMILARIDADE DE K E K+1 GRUPOS.....	102
FIGURA 28 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 1.....	110
FIGURA 29 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 1...	110
FIGURA 30 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 1	111
FIGURA 31 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 2.....	112
FIGURA 32 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 2...	112
FIGURA 33 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 2	113
FIGURA 34 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 3.....	114
FIGURA 35 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 3...	114
FIGURA 36 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 3	115
FIGURA 37 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 4.....	117
FIGURA 38 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 4...	117
FIGURA 39 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 4	118
FIGURA 40 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 5.....	119
FIGURA 41 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 5...	120
FIGURA 42 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 5	121
FIGURA 43 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 6.....	122
FIGURA 44 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 6...	123
FIGURA 45 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 6	124
FIGURA 46 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 7.....	125
FIGURA 47 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 7...	125
FIGURA 48 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 7	126
FIGURA 49 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 8.....	127
FIGURA 50 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 8...	128
FIGURA 51 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 8	129
FIGURA 52 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 9.....	130

FIGURA 53 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 9...	131
FIGURA 54 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 9.....	131
FIGURA 55 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 10.....	132
FIGURA 56 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 10.	133
FIGURA 57 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 10.....	133
FIGURA 58 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 11.....	134
FIGURA 59 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 11.	135
FIGURA 60 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 11.....	135
FIGURA 61 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 12.....	137
FIGURA 62 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 12.	137
FIGURA 63 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 12.....	138
FIGURA 64 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 13.....	139
FIGURA 65 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 13.	140
FIGURA 66 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 13.....	140
FIGURA 67 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 14.....	141
FIGURA 68 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 14.	142
FIGURA 69 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 14.....	143
FIGURA 70 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 15.....	143
FIGURA 71 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 15.	144
FIGURA 72 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 15.....	144
FIGURA 73 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 16.....	146
FIGURA 74 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 16.	147
FIGURA 75 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 16.....	147
FIGURA 76 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 17.....	148
FIGURA 77 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 17.	149
FIGURA 78 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 17.....	149
FIGURA 79 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 18.....	151
FIGURA 80 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 18.	152
FIGURA 81 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 18.....	152
FIGURA 82 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 19.....	153
FIGURA 83 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 19.	154

FIGURA 84 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 19	155
FIGURA 85 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 20.....	156
FIGURA 86 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 20.	156
FIGURA 87 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 20	157
FIGURA 88 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 21.....	158
FIGURA 89 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 21.	159
FIGURA 90 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 21	159
FIGURA 91 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 22.....	160
FIGURA 92 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 22.	160
FIGURA 93 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 22	161
FIGURA 94 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 23.....	162
FIGURA 95 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 23.	163
FIGURA 96 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 23	163
FIGURA 97 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 24.....	164
FIGURA 98 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 24.	165
FIGURA 99 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 24	165
FIGURA 100 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 25.....	167
FIGURA 101 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 25	167
FIGURA 102 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 25	168
FIGURA 103 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 26.....	169
FIGURA 104 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 26	170
FIGURA 105 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 26	170
FIGURA 106 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 27.....	171
FIGURA 107 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 27	172
FIGURA 108 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 27	172
FIGURA 109 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 28.....	174
FIGURA 110 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 28	174
FIGURA 111 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 28	175
FIGURA 112 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 29.....	176
FIGURA 113 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 29	177
FIGURA 114 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 29	177

FIGURA 115 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 30.....	178
FIGURA 116 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 30.....	179
FIGURA 117 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 30.....	180
FIGURA 118 - VISUALIZAÇÃO GEORREFERENCIADA DOS POSTOS DE CONTAGEM DO GRUPO 31.....	180
FIGURA 119 - REPRESENTATIVIDADE MÉDIA DO GRUPO 31.....	181
FIGURA 120 - CURVAS DE TRÁFEGO DO GRUPO 31.....	182

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	TRECHOS DO PNV DO TRECHO SUL DA BR 10140	
TABELA 2 -	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ARTERIAL ...	49
TABELA 3 -	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA COLETOR.....	50
TABELA 4 -	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA LOCAL.....	50
TABELA 5 -	CARACTERÍSTICAS DA CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA	52
TABELA 6 -	RELAÇÕES ENTRE A CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL E A TÉCNICA	52
TABELA 7 -	NÚMERO DE POSTOS DE COLETA EM SANTA CATARINA	72
TABELA 8 -	NÚMERO DE CONTADORES DE TRÁFEGO POR NÍVEL DE INCIDÊNCIA DE ACIDENTES NA ALEMANHA	78
TABELA 9 -	FREQÜÊNCIA E DURAÇÃO DAS CONTAGENS MANUAIS REALIZADAS PELAS NAÇÕES UNIDAS NA ALEMANHA	79
TABELA 10 -	QUALIDADE DAS ESTIMATIVAS DE CONTAGEM	96
TABELA 11 -	NÚMERO DE GRUPOS COM DISTÂNCIA ENTRE K E $K+1$ ACIMA DA MÉDIA	103
TABELA 12 -	PERCENTUAL DE OBSERVAÇÕES COM ATÉ 5% DE ERRO	105
TABELA 13 -	REPRESENTATIVIDADE DA MOVIMENTAÇÃO DIÁRIA POR GRUPO.....	108
TABELA 14 -	GRAU DE URBANIZAÇÃO EM TORNO DAS RODOVIAS	108
TABELA 15 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO 1	109
TABELA 16 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO 2	111
TABELA 17 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO 3	113
TABELA 18 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO 4	116
TABELA 19 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO 5	119
TABELA 20 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO 6	122

TABELA 21 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
7	124
TABELA 22 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
8	127
TABELA 23 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
9	129
TABELA 24 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
10	131
TABELA 25 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
11	133
TABELA 26 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
12	136
TABELA 27 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
13	139
TABELA 28 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
14	141
TABELA 29 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
15	143
TABELA 30 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
16	145
TABELA 31 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
17	148
TABELA 32 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
18	150
TABELA 33 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
19	153
TABELA 34 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
20	155
TABELA 35 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
21	157
TABELA 36 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
22	159
TABELA 37 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
23	162
TABELA 38 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
24	164
TABELA 39 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
25	166
TABELA 40 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
26	168

TABELA 41 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
27	171
TABELA 42 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
28	173
TABELA 43 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
29	176
TABELA 44 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
30	178
TABELA 45 -	INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DO GRUPO
31	180

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CTG – *Central Transport Group*
DAER - Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem
DEINFRA – Departamento Estadual de Infraestrutura
DEOH - Departamento de Edificações e Obras Hidráulicas
DER - Departamento: de Estradas de Rodagens
DERT – Departamento de Estradas de Rodagem e Transportes
DNER – Departamento Nacional de Estradas e Rodagens
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FCA – Fator de Correção Anual
FHWA – *Federal Highway Administration*
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ITE – *Institute of Transportation Engineers*
ITS – *Intelligent Transport System*
PNCT – Plano Nacional de Contagem de Tráfego
PNV – Plano Nacional de Viação
SUPRE – Superintendências Regionais
TRL – Transport Research Laboratory
VMD – Volume Médio Diário
VMDa – Volume Médio Diário Anual
VMDd – Volume Médio Diário de um dia da Semana
VMDm – Volume Médio Diário Mensal
VMDs – Volume Médio Diário Semanal
Vpd – Veículos por dia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	31
1.1. OBJETIVOS	32
1.1.1. Geral	32
1.1.2. Específicos	32
1.2. JUSTIFICATIVA E LIMITAÇÕES	32
1.3. METODOLOGIA E CONTRIBUIÇÕES.....	33
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	34
2. TERMOS E CONCEITOS RELACIONADOS À PESQUISAS DE TRÁFEGO	36
2.1. TRECHOS DO PLANO NACIONAL DE VIAÇÃO (PNV)	36
2.2. VOLUME DE TRÁFEGO.....	41
2.3. VELOCIDADE.....	43
2.4. COMPOSIÇÃO DE TRÁFEGO.....	43
2.5. FORMAS DE CONTAGEM	43
2.6. POSTOS DE CONTAGEM.....	45
2.7. CLASSIFICAÇÃO DAS RODOVIAS	47
2.7.1. Classificação funcional	47
2.7.2. Classificação técnica.....	51
2.7.3. Proximidade de aglomerados populacionais	52
2.7.4. Finalidade	53
2.7.5. Regionalidade	53
2.8. VARIAÇÕES DO VOLUME DE TRÁFEGO	53
2.9. FATORES DE EXPANSÃO DOS DADOS.....	55
2.9.1. Expansão horária.....	56
2.9.2. Expansão semanal.....	57
2.9.3. Expansão sazonal	58
3. PROGRAMAS DE CONTAGENS DESENVOLVIDOS	62
3.1. DNIT.....	62
3.2. ESTADOS BRASILEIROS	64
3.2.1. Santa Catarina	65
3.2.2. Rio Grande do Sul.....	73
3.2.3. São Paulo	75
3.2.4. Ceará	76
3.3. OUTROS PAÍSES	78
3.3.1. Alemanha.....	78
3.3.2. França	79
3.3.3. Holanda.....	80
3.3.4. Suíça	80
4. ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS.....	83
4.1. MÉTODOS HIERÁRQUICOS	85
4.1.1. Aglomerativos.....	86
4.1.2. Divisivos	89

4.2. MÉTODOS NÃO-HIERÁRQUICOS	90
5. METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE GRUPOS DE CURVAS DE TRÁFEGO.....	93
5.1. METODOLOGIA PROPOSTA	93
5.1.1. Análise e organização do banco de dados.....	94
5.1.2. Determinação do número de agrupamentos.....	95
5.1.3. Identificação das características dos agrupamentos	98
5.2. EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO.....	98
5.2.1. Organização do banco de dados.....	99
5.2.2. Análise de agrupamento através de métodos hierárquico e não-hierárquico.....	100
5.2.3. Identificação das características dos agrupamentos	108
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	184

1. INTRODUÇÃO

O transporte é um dos pontos chaves para o desenvolvimento de um país, uma vez que é através dele que ocorre a movimentação de pessoas e de bens. O seu gerenciamento se evidencia já que o custo associado a este transporte é repassado ao consumidor final através do preço do produto.

O transporte é ponto chave para os países, pois através dele é dado um dos requisitos básicos econômicos: a distribuição da produção de mercadorias. Logo, o transporte constitui uma peça importante no processo de desenvolvimento, e sua concepção, implementação e operacionalização provoca efeitos diretos e indiretos no sistema produtivo (BUSS, 2009, p. 3)

Num país como no Brasil, onde o transporte rodoviário é responsável pela maior parte da movimentação de bens e de pessoas, uma boa rede viária se torna fundamental. Rodovias mal conservadas, congestionadas, com alta probabilidade de acidentes acabam por acarretar custos com transporte mais elevados, e a baixa satisfação dos usuários. Para que esses e outros tipos de problemas possam ser minimizados, há a necessidade de existirem políticas de planejamento, manutenção e fluidez das rodovias, que por sua vez necessitam de informações sobre o tráfego.

A importância dessas informações é evidenciada por Akishiro (2006) apud Moraes (2009), onde o mesmo relata que há mais de cinquenta anos que as contagens de tráfego se mostram fundamentais para o planejamento, e vêm, com as atuais ondas de concessões das rodovias, aumentando ainda mais essa importância. Diversos são os estudos que necessitam de dados de tráfego. Os mais usuais são planejamentos para a manutenção, cálculo dos índices de acidentes, estudos de viabilidade para concessões, duplicações, análise de congestionamentos ou determinação das zonas ou épocas que se necessita de um maior patrulhamento. Embora as contagens de tráfego desempenhem esse papel fundamental, poucos são os programas existentes hoje no território nacional que tenham esse fim. Isso se explica devido principalmente aos altos custos associados às coletas de tráfego. Devido à esse motivo, muitos órgãos públicos que sentem a necessidade de possuir dados de contagem realizam coletas

com durações de apenas alguns dias, sem possuir coletas de tráfego de forma contínua.

De acordo com o DEINFRA/SC (2008), o principal objetivo dos programas de contagens é possuir bancos de dados que contemplem o maior número de informações possíveis das rodovias, obtendo assim diversos indicadores utilizados no planejamento de transportes. Estes indicadores podem ser referentes a informações de sazonalidades, estimativas de tráfegos futuros, adequação da rodovia aos tipos de veículos e a representatividade dos mesmos, verificação de necessidades de redutores de velocidade através identificação de pontos críticos, assim como auxiliar ações de melhorias em planos diretores, dentre outros aspectos.

Neste contexto, julga-se que metodologias que venham por auxiliar o planejamento das contagens, aliando o menor número de contadores versus a maior abrangência e representatividade do programa de contagens, são de grande valia para os órgãos governamentais encarregados de uma rede rodoviária.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Geral

Criar uma metodologia para identificar trechos homogêneos de rodovias que possuem variação de tráfego semelhante, com o intuito de possibilitar a estimativa de dados através dos fatores de expansão.

1.1.2. Específicos

- Apresentar conceitos relacionados a contagens de tráfego, bem como metodologias para a expansão dos dados coletados;
- Identificar métodos estatísticos que venham auxiliar o planejamento e a operacionalização de um programa de contagem de dados de tráfego;
- Realizar a aplicação da metodologia desenvolvida em um grupo de trechos homogêneos localizados no estado de Santa Catarina.

1.2. JUSTIFICATIVA E LIMITAÇÕES

Os programas de contagem são de suma importância às entidades responsáveis pelo planejamento de transporte. Muitos

órgãos governamentais que realizam tais estudos dispõem de informações históricas de contagens, porém nem sempre tais dados correspondem ao universo inteiro de abrangência de suas jurisdições. Os mesmos utilizam-se de técnicas de expansão para adequar e estimar os dados volumétricos de tráfego, onde estas expansões geralmente são realizadas de forma empírica. Isso se justifica principalmente devido à falta de recursos disponíveis, assim como falta de estudos relacionados à área.

Com o intuito de auxiliar os órgãos responsáveis por tais coletas, este trabalho visa criar mecanismos e técnicas que auxiliem a tomada de decisão, principalmente em relação à quantidade e localização dos postos de contagem. Sendo assim, não está no escopo determinar a localização e o número exato de contadores, e sim criar subsídios que venham por auxiliar o órgão nesse sentido, com o objetivo de satisfazer melhor o programa de contagem desenvolvido, adequando número mínimo de contadores a serem utilizados para obtenção do grau de confiança considerado satisfatório pelo órgão que venha a utilizar tal metodologia. Vale salientar que a metodologia leva em consideração o volume global, e não o classificado.

Além do desenvolvimento de uma metodologia de auxílio à tomada de decisões no contexto de programas de contagem de tráfego, este trabalho tem como foco a aplicação desta metodologia. Como exemplo de aplicação do método, serão utilizadas rodovias localizadas no estado de Santa Catarina, cuja abrangência será os trechos de rodovias integrantes ao programa do DEINFRA/SC – trechos municipais, estaduais e federais não concedidos. Dessa forma, não serão levados em consideração outros trechos de rodovias que não os catarinenses.

1.3. METODOLOGIA E CONTRIBUIÇÕES

A metodologia adotada para o desenvolvimento do trabalho foi do tipo analítico descritiva, onde a proposta metodológica resultante do estudo visa a aplicação de técnicas estatísticas multivariadas de análises de agrupamentos para problemas específicos de contagens de tráfego.

Buscou-se materiais que viessem por complementar o conhecimento em relação a toda sistemática de contagens volumétricas de tráfego, assim como programas de contagens

nacionais e internacionais já desenvolvidos, com o objetivo de entender como são planejados e executados estes tipos de programas.

Ainda, na parte de pesquisa bibliográfica, procurou-se identificar métodos estatísticos que pudessem auxiliar a determinação de curvas características de tráfego através de dados coletados em contagens. Com isso, verificou-se que métodos de agrupamento serviriam para esse fim. Para a aplicação do método foram utilizados os softwares estatísticos MINITAB 15.1.1 e o Microsoft Excel 2007.

Após a definição da metodologia, com o intuito de validá-la, foi realizada uma aplicação da mesma com dados de programas de contagem realizados pelo DEINFRA/SC.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em seis capítulos, sendo os mesmos:

- **Segundo capítulo - Termos e conceitos relacionados às pesquisas de tráfego:** tem por objetivo descrever os principais conceitos sobre pesquisas de tráfego, ampliando a compreensão do tema estudado e tornando possível o desenvolvimento da metodologia apresentada como resultado final do trabalho;
- **Terceiro capítulo - Programas de contagens desenvolvidos:** apresenta informações relacionadas a programas de contagens desenvolvidos por instituições brasileiras e internacionais, tendo como foco principal o número e a localização dos contadores;
- **Quarto capítulo - Análise de agrupamentos:** demonstra o estudo sobre técnicas de análise de agrupamentos através de estatísticas multivariadas, onde estes métodos estatísticos permitiram a concepção do método proposto e a aplicação do mesmo para a validação;
- **Quinto capítulo - Metodologia para identificação de grupos de curvas de tráfego:** este capítulo descreve o resultado esperado no trabalho, que tem por objetivo descrever uma metodologia para identificar trechos homogêneos de rodovias que possuem variação de tráfego

semelhante, com o intuito de possibilitar a estimativa de dados através dos fatores de expansão. Além disso, apresenta a aplicação da metodologia em trechos de rodovias de Santa Catarina;

• **Sexto capítulo – Considerações finais:** descreve os principais resultados encontrados com o estudo e as recomendações futuras.

2. TERMOS E CONCEITOS RELACIONADOS À PESQUISAS DE TRÁFEGO

Este capítulo do trabalho tem por objetivo apresentar os principais termos e conceitos relacionados a contagem de tráfego, com o intuito de proporcionar uma melhor compreensão sobre o tema estudado. É pertinente alertar que bibliografias da referida área é escassa, dessa forma, quase que a totalidade das afirmações apresentadas ao decorrer do capítulo é baseada no Manual de Estudos de Tráfego, publicado pelo DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura em Transportes (DNIT, 2006), que tem como finalidade justamente criar uma conceitualização para os estudos de tráfego. Sendo assim, salve algumas exceções cujas referências estão destacadas no texto.

2.1. TRECHOS DO PLANO NACIONAL DE VIAÇÃO (PNV)

No dia 10 de setembro de 1973, foi instaurada a lei nº 5917, que aprovava o Plano Nacional de Viação (PNV). Esse plano tem como principal objetivo conceituar o sistema de transportes do Brasil composto pelos seguintes sistemas: rodoviário, ferroviário, portuário, hidroviário, aeroviário e transportes urbanos (PLANALTO, 2009).

Falando especificamente do modal rodoviário, foi realizada uma conceitualização das rodovias em relação a sua orientação e localização geográfica com o intuito de nomear as mesmas. Dessa forma, a nomenclatura das rodovias federais obedece aos seguintes critérios: todas as rodovias iniciam com a mesma sigla (BR), indicando que são rodovias federais e os três algarismos restantes indicam a sua orientação e localização. Esses algarismos podem ser:

- 0: para as rodovias chamadas radiais, que são aquelas que tem início na capital Brasília e se estendem para os extremos do país. Os dois algarismos restantes, para este caso, variam de 05 a 95, variando de 05 em 05, no sentido horário, conforme mostra a Figura 1.



Figura 1 - Exemplo de rodovias radiais

Fonte: DNIT(1) (2009)

- 1: para as rodovias longitudinais, que são chamadas aquelas que cortam o Brasil no sentido Norte-Sul. Os dois algarismos seguintes vão de 00 a 99, no sentido Leste-Oeste, sendo que 00 a 50 refere-se à rodovias à leste de Brasília e 50 a 99 as rodovias a oeste, onde esses algarismos variam em função da distância da rodovia ao meridiano de Brasília (Figura 2).



Figura 2 - Exemplo de rodovias longitudinais

Fonte: DNIT(1) (2009)

- 2: para as rodovias transversais, que ao contrário das longitudinais, cortam o país de leste a oeste, mas possuem a mesma idéia para os dois algarismos seguintes. Dessa forma, a variação é de 00 a 99, onde os algarismos 00 a 50 são utilizados para rodovias ao norte de Brasília, e 50 a 99 ao Sul, indo do Norte para o Sul, onde esses algarismos variam em função da distância da rodovia ao paralelo de Brasília (Figura 3).



Figura 3 - Exemplo de rodovias transversais

Fonte: DNIT(1) (2009)

- 3: para rodovias diagonais, que podem ser em duas direções: noroeste-sudeste ou sudoeste-nordeste. Para aquelas na direção NO-SE, os dois algarismos seguintes são pares e variam de 00 a 50 do extremo nordeste até Brasília e 50 a 98 de Brasília até o extremo sudoeste. Já as rodovias com orientação SO-NE são denominadas através de algarismos ímpares, variando de 01 a 51 do extremo noroeste até Brasília e 51 a 99 de Brasília até o extremo sudeste (Figura 4).



Figura 4 - Exemplo de rodovias diagonais

Fonte: DNIT(1) (2009)

- 4: rodovias de ligação. Como o próprio nome diz, as rodovias de ligação são aquelas que ligam cidades, pontos importantes, ou ainda outras federais. Podem ser em qualquer direção, e os algarismos restantes variam de 00 a 50 para aquelas localizadas ao norte de Brasília e 51 a 99 para às ao Sul.

Além da denominação das rodovias, havia a necessidade de homogeneizar os trechos, uma vez que ocorrem variações significativas em relação ao tráfego ao longo de uma mesma rodovia. Dessa forma, a homogeneização tem o objetivo de dividir cada rodovia em trechos homogêneos.

Para estudos de tráfego, o DNIT disponibiliza atualizações periódicas de trechos homogêneos, onde os mesmos têm a característica de possuírem o mesmo volume de tráfego desde o seu ponto inicial até o final. Sendo assim, a cada intersecção com outra rodovia ou aglomerados urbanos, divide-se a rodovia em um novo trecho, denominado nesse caso, de trecho do PNV. A Figura 5 mostra como exemplo a divisão da rodovia BR 101 no sul do estado de Santa Catarina, e a descrição dos trechos é mostrada na Tabela 1.



Figura 5 - Exemplo de trechos homogêneos em Santa Catarina

Número	Trecho do PNV	Local de início	Local do final
1	101BSC4230	Entr SC 444 (P/Criciúma)	Entr SC 445 (P/Maracajá)
2	101BSC4250	Entr SC 445 (P/Maracajá)	Entr BR 285(A)/SC 449 (Araranguá)
3	101BSC4270	Entr BR 285(A)/SC 449 (Araranguá)	Entr BR 285(B)/SC 285 (P/Ermo)
4	101BSC4275	Entr BR 285(B)/SC 285 (P/Ermo)	Entr SC 447 (Sombrio)
5	101BSC4280	ENTR SC-447 (Sombrio)	Entr SC 450 (P/São João do Sul)
6	101BSC4290	Entr SC 450 (P/São João do Sul)	DIV SC/RS

Tabela 1 - Trechos do PNV do trecho Sul da BR 101

Fonte: DNIT (1) (2009)

Pela Figura 5 - , pode-se perceber que a divisão dos trechos se dá em cada uma das intersecções com outras rodovias, garantindo assim, as características homogêneas em cada um dos trechos.

A última planilha publicada pelo DNIT, até o momento da realização do presente trabalho, data de março de 2009 e conta com 6.364 trechos de PNV na malha rodoviária federal (DNIT (1), 2009).

2.2. VOLUME DE TRÁFEGO

O volume de tráfego é, de forma geral, o número total de veículos que transitam num determinado trecho em determinado período. Usualmente, esse período é expresso em dias, sendo que sua unidade de medida é então, número de veículos por dia. A Equação 2.1 expressa essa variável, e é dada por:

$$VMD = \frac{\sum_{i=1}^t x_i}{t} \quad (2.1)$$

em que:

VMD = Volume médio diário;

i = período de um dia;

x_i = Veículos que trafegaram naquele trecho durante o período i ;

t = número de dias observado.

Normalmente, as contagens de volume consideram os dois sentidos de tráfego e todas as faixas. Há quatro classificações mais usuais para o volume de tráfego, que variam conforme o período analisado: Volume Médio Diário Anual (VMDa), Volume Médio Diário Mensal (VMDm), Volume Médio Diário Semanal (VMDs) e o Volume Médio Diário de um dia da Semana (VMDd).

O VMDa é entendido como a medida de volume mais completa uma vez que a sua análise compreende todos os dias do ano, e dessa forma leva em consideração as variações que ocorrem ao longo dos dias. Dessa forma, o seu valor real só pode ser definido através de contagens contínuas, realizadas ininterruptamente ao longo do ano. Dessa forma, devido às poucas contagens contínuas existentes, geralmente muitos estudos utilizam o VMDa expandido ou projetado. A Equação 2.2 mostra como obter o VMDa.

$$VMDa = \frac{\sum_{i=1}^{365} x_i}{365} \quad (2.2)$$

em que:

$VMDa$ = Volume médio diário anual;

x_i = Veículos que trafegaram em determinado trecho no período i ($i = 1, 2, \dots, 365$) sendo i os dias do mesmo ano.

O VMDm, por sua vez, expressa o número médio de veículos que trafegam num determinado trecho no período de um mês. Sabe-se que há variações de volume em cada mês do ano, o que torna importante que se especifique o mês no qual se está fazendo referência. Dessa forma, não pode-se assumir com confiança que o VMDm de janeiro é igual ao de fevereiro, por exemplo. O cálculo para determinação dessa variável é apresentado pela Equação 2.3.

$$VMDm = \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{m} \quad (2.3)$$

em que:

$VMDm$ = Volume médio diário mensal;

x_i = Veículos que trafegaram naquele trecho durante o período i ($i = 1, 2, \dots, m$) sendo i os dias do mesmo mês;

m = número de dias do mês no qual foi feita a coleta.

O VMDs corresponde ao número médio de veículos que trafegam no trecho durante uma semana específica. Nesse caso, entende-se que não há variações significativas de uma semana para outra dentro do mesmo mês. Geralmente, o VMDs pode ser utilizado como uma amostra para se determinar o valor do VMDm através da expansão de dados. Ele é dado por:

$$VMDs = \frac{\sum_{i=1}^7 x_i}{7} \quad (2.4)$$

em que:

$VMDs$ = Volume médio diário semanal;

x_i = Veículos que trafegaram naquele trecho durante o período i ($i = 1, 2, \dots, 7$) sendo i os dias da mesma semana.

O VMDd é dado pelo número total de veículos que transitam por um trecho num determinado dia da semana.

2.3. VELOCIDADE

A velocidade é um fator muito importante na engenharia de tráfego. Ela está relacionada à fiscalização, ocorrência de acidentes, níveis de capacidade das rodovias, entre outros estudos. De acordo com Halliday et. al (2006), a velocidade é a razão entre o espaço e o tempo a se percorrer este espaço. Matematicamente, a velocidade média pode ser expressa pela Equação 2.5.

$$\Delta v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (2.5)$$

em que:

Δv = Velocidade média;

Δs = Espaço percorrido;

Δt = Tempo spendido para percorrer o espaço s .

A velocidade é uma variável de difícil caracterização, uma vez que a velocidade media é muito ampla e acaba não expressando de forma clara, as variações que ocorrem no decorrer do trajeto. Por esta razão, nos estudos de tráfego, utilizam-se vários tipos de velocidade, e não somente a média.

2.4. COMPOSIÇÃO DE TRÁFEGO

A grande maioria dos estudos na engenharia do tráfego necessita não apenas do volume de veículos, mas sim de sua composição, isto é, o percentual de cada tipo de veículo passante pelo trecho. Essa necessidade se explica, principalmente, em função da diferença do peso e velocidade dos veículos. Geralmente os veículos são agrupados em categorias que são determinadas pelos próprios realizadores das contagens, analisando as características dos mesmos.

2.5. FORMAS DE CONTAGEM

As formas de contagem referem-se à maneira no qual as contagens podem ser realizadas de formas manuais, automáticas, videoteipe ou por observador móvel. Fez-se uma breve descrição das mesmas:

- Contagens manuais: são realizadas por pessoas que ficam no trecho observando e coletando os dados de tráfego com o auxílio de fichas manuais ou aparelhos

móveis. Essa forma de contagem é ideal para análise da composição do tráfego e de movimento em intersecções e em rodovias com muitas faixas. Tem como ponto positivo a facilidade de realização e os baixos custos, mas não pode ser usada para contagens que necessite de dados de períodos grandes.

- Contagens automáticas: caracterizam-se pela instalação (permanente ou temporária) de equipamentos na pista ou do lado dela, dependendo do tipo de tecnologia que será utilizada. Existem diversos tipos de equipamentos, que variam principalmente em relação à forma de colocação no pavimento e as informações coletadas. A forma de colocação refere-se à inserção do mesmo sob o pavimento ou em postes, por exemplo. As informações coletadas, além do próprio volume, velocidade, pesagem e composição do tráfego, principalmente. Esses equipamentos têm como principal ponto negativo os altos custos associados e a exposição ao vandalismo e roubo. Como exemplo, pode-se citar os seguintes tipos de equipamento: laço indutivo, microondas, tubos pneumáticos, radar, entre outros. De forma geral, podem ser classificados permanentes ou portáteis. Os contadores permanentes são instalados em trechos no qual tem a necessidade de coletar dados de forma contínua, e os portáteis, quando as contagens a serem realizadas são de períodos menores.

- Contagens por videoteipe: são realizadas através da filmagem da movimentação dos veículos. Essa forma apresenta como desvantagem a complexidade para a instalação das câmeras e para o processamento das informações. Em contrapartida, apresenta baixo custo, maior detalhamento das informações e maior confiabilidade dos dados, uma vez que os mesmos podem ser comprovados e são analisados posteriormente o levantamento.

- Método do observador móvel: caracterizado pela movimentação de um veículo-teste que percorre determinado trecho muitas vezes, com o intuito de obter informações em relação ao número de veículos e

velocidade de percurso média. Sendo assim, o volume de tráfego é calculado através da Equação 2.6:

$$V_n = 60 \left(\frac{E_s + U_n - P_n}{T_n + T_s} \right) \quad (2.6)$$

em que:

V_n = volume horário de tráfego do trecho percorrido pelo veículo-teste;

E_s = número de veículos que percorrem a via em sentido contrário ao veículo-teste;

U_n = número de veículos que ultrapassam o veículo-teste;

P_n = número de veículos que são ultrapassados pelo veículo-teste;

T_n = tempo em minutos do percurso no sentido norte;

T_s = tempo em minutos do percurso no sentido sul.

Essa forma de contagem é mais utilizada para estudos em áreas urbanas.

2.6. POSTOS DE CONTAGEM

Nos estudos de tráfego, posto de contagem é a denominação para o ponto do trecho da rodovia no qual se realiza contagens. De acordo com DNIT (2006), para estudos em rodovias rurais, utiliza-se três denominações de postos: permanentes, sazonais e de cobertura.

Os postos permanentes são os mais completos, no qual se coletam dados ininterruptamente durante todos os dias do ano. Através desses postos é possível ser realizados estudos mais complexos, pois é possível analisar as sazonalidades do tráfego em relação às horas, dias da semana e meses do ano.

Segundo DNIT (2006), a escolha da localização dos postos permanentes deve levar em consideração algumas características da via, de forma que esses pontos possam ser representativos para outros da malha rodoviária. Essas características são:

- A função que a rodovia desempenha: caracterizada por variáveis tais como: rodovias interurbanas, regionais, turísticas, agrícolas, arteriais, coletoras, entre outras;
- Situação geográfica: devido às diferenças regionais existentes, o ideal é que os postos sejam alocados em

lugares que representem máxima homogeneidade geográfica em relação aos demais trechos;

- Volume de tráfego: tradicionalmente, os postos são alocados em rodovias que possuem o maior volume de tráfego, uma vez que esse indicador muitas vezes representa a importância da rodovia para a malha;
- Relação com zonas urbanas e industriais: trechos de rodovias que possuem interferência de zonas urbanas têm comportamentos diferentes, assim como com zonas industriais.

No caso dos postos permanentes, as contagens são feitas de forma totalmente automatizada, onde são instalados contadores na via, uma vez que manualmente este trabalho se tornaria inviável.

Os postos sazonais, por sua vez, têm uma duração menor do que os permanentes e servem principalmente para verificar a sazonalidade do tráfego em relação aos meses do ano. A localização dos mesmos deve ser baseada nos mesmos tópicos apresentados para os postos permanentes, e o número de postos é geralmente o dobro do número dos permanentes (DNIT, 2006). São classificados em dois subgrupos:

- Postos principais: preferencialmente com duração de uma semana por mês, embora para casos específicos, possam ser realizadas contagens a cada dois meses com duração de três dias da semana, um sábado e um domingo. Embora as contagens manuais sejam trabalhosas, também podem ser utilizadas para estes postos de contagem.
- Postos secundários: com frequência de a cada dois meses, nesses postos devem ser realizadas as contagens com duração de dois a cinco dias da semana.

As coletas de cobertura têm o objetivo principal de complementar as outras contagens. Tem uma duração de 48 horas consecutivas, sendo que deverão ser realizadas em dois dias úteis da semana, e não necessariamente precisa ser realizada todos os anos. Essas contagens também podem ser utilizadas para estudos de viabilidade e projetos de engenharia. Para esse caso, cada posto deverá estar localizado em trechos homogêneos em relação ao volume e classificação, e poderá ter duração de 1, 3 ou 7 dias com

duração de 16 ou 24 horas, dependendo da confiabilidade que se almeja.

2.7. CLASSIFICAÇÃO DAS RODOVIAS

Com o intuito de nomear as rodovias de forma qualitativamente, existem, na literatura, algumas formas de classificação das mesmas, que variam principalmente em relação ao tipo do fluxo que as mesmas apresentam. Dentre essas formas pode-se citar: classificação funcional, de projeto (ou técnica), proximidade de aglomerados populacionais, finalidade e região (LABTRANS (1), 2008).

2.7.1. Classificação funcional

A classificação funcional leva em consideração principalmente a mobilidade e os acessos, e é dividida em três sistemas: arterial, coletor e local, sendo que as arteriais são as que possuem maior mobilidade e menor acesso, as locais maior acesso e menor mobilidade e as coletoras são aquelas intermediárias, como mostra a Figura 6.

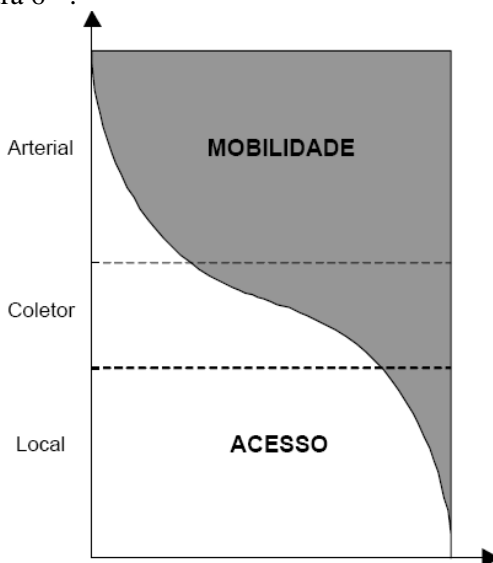


Figura 6 - Características da classificação funcional

Fonte: DNER (1974) *apud* Lee (2002, p. 38)

Lee (2002) apresenta uma curva de rendimentos, baseada num estudo realizado nas rodovias brasileiras pelo DNER em 1973, para esses três sistemas com base em duas informações: quilometragem e volume, onde mostra que os maiores volumes estão concentrados nas menores áreas, conforme mostra a Figura 7.

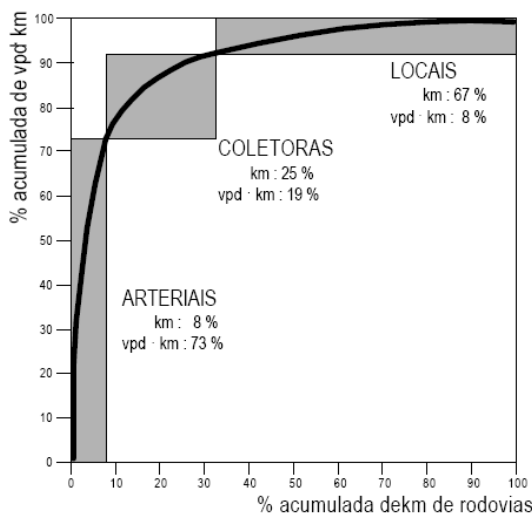


Figura 7 - Informações sobre os sistemas da classificação funcional

Fonte: DNER (1974) *apud* Lee (2002, p. 40)

Em relação ao sistema arterial, o mesmo compreende as melhores rodovias em termos de mobilidade, ou seja, são aquelas no qual as velocidades são maiores e há poucos acessos. São ainda subdivididas em três grupos: principal, primário e secundário. Os principais itens que servem para caracterizar cada um desses grupos estão apresentados na Tabela 2.

Sub sistemas	Funções	Parâmetros de referência
--------------	---------	--------------------------

Sub sistemas	Funções	Parâmetros de referência
Principal	<ul style="list-style-type: none"> • Viagens internacionais e inter-regionais; • Elevados níveis de mobilidade; • Formar sistema contínuo na região; • Articulação com rodovias similares em regiões vizinhas; • Conectar cidades com população maior de 150.000 hab. 	<ul style="list-style-type: none"> • Extensão: 2% a 3,5% da rede • Serviço: 30% a 35 % dos vpd.km • Ext. média de viagens: 120 km • Velocidade de operação: 60 a 120 km/h.
Primário	<ul style="list-style-type: none"> • Viagens inter-regionais e interestaduais • Atender função essencial de mobilidade • Formar sistema contínuo na região • Conectar cidades com população em torno de 50.000 hab. 	<ul style="list-style-type: none"> • Extensão: 1,5% a 3,5% da rede; • Serviço: 15% a 20 % dos vpd.km; • Ext. média de viagens: 80 km; • Velocidade de operação: 50 a 100 km/h.
Secundário	<ul style="list-style-type: none"> • Viagens intra-estaduais e não servidas pelos sistemas superiores • Formar sistema contínuo com rodovias dos sistemas superiores, atendendo função essencial de mobilidade. • Conectar cidades com pop. > 10.000 hab. 	<ul style="list-style-type: none"> • Extensão: 2,5% a 5 % da rede; • Serviço: 10 a 20 % dos vpd.km • Ext. média de viagens: 60 km. • Velocidade de operação: 40 a 80 km/h.

Tabela 2 - Características do sistema arterial

Fonte: Adaptado de Lee (2002, p. 41)

O sistema coletor compreende as rodovias intermediárias, onde tanto a mobilidade quanto o acesso são controlados. Um bom exemplo para este tipo de rodovia pode as vias marginais, ou aquelas rodovias que fazem a ligação entre duas arteriais. Também é

subdivido em dois grupos: primário e secundário e apresenta as características expostas na Tabela 3.

Sub sistemas	Funções	Parâmetros de referência
Primário	<ul style="list-style-type: none"> • Viagens intermunicipais; • Acesso a geradores de tráfego (portos, mineração, parques turísticos, produção agrícola, etc.); • Conectar cidades com pop. > 5.000 hab. 	<ul style="list-style-type: none"> • Extensão: 4 a 8 % da rede; • Serviço: 8 a 10 % dos vpd.km; • Ext. média de viagens: 50 km; • Velocidade de operação: 30 a 70 km/h.
Secundário	<ul style="list-style-type: none"> • Ligar áreas servidas com o sistema coletor primário ou com o arterial; • Acesso a grandes áreas de baixa densidade populacional; • Conectar centros com pop. > 2.000 hab e sedes municipais não servidas por sistemas superiores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Extensão: 10 a 15 % da rede; • Serviço: 7 a 10 % dos vpd.km; • Ext. média de viagens: 35 km; • Velocidade de operação: 30 a 60 km/h.

Tabela 3 - Características do sistema coletor

Fonte: Adaptado de Lee (2002, p. 41)

As rodovias locais, por sua vez, apresentam características opostas às do sistema arterial. São as que se apresentam em maior número, mas com extensões de viagens curtas, conforme mostra a Tabela 4.

Funções	Parâmetros de referência
<ul style="list-style-type: none"> • Viagens intra-municipais. • Acesso de pequenas localidades e áreas rurais às rodovias de sistemas superiores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Extensão: 65 a 80 % da rede • Serviço: 5 a 30 % dos vpd.km • Extensão média de viagens: 20 km. • Velocidade de operação: 20 a 50 km/h.

Tabela 4 - Características do sistema local

Fonte: Adaptado de Lee (2002, p. 41)

2.7.2. Classificação técnica

A classificação técnica, também conhecida como de projeto, tem uma relação com a classificação funcional, sendo que as características que servem para classificar as duas formas são idênticas. A principal diferença entre essas duas formas reside no fato de que a técnica é utilizada para fins de planejamento de construção de rodovias, embora seja utilizada também para classificar rodovias já existentes.

De acordo com Lee (2002), há cinco subdivisões: classe 0, I, II e III e IV. A classe 0 compreende as rodovias chamadas de via expressa, onde há mais de uma via, a velocidade é elevada e o número de acessos é reduzido. A classe I é subdividida em duas: IA e IB, onde a primeira é utilizada para nomear as rodovias com pista dupla e a segunda, as de pista simples, ambas com alto volume de tráfego – volume por dia (vpd) > 1400 veículos. A classe II, o vpd é entre 700 e 1400, a classe III, entre 300 e 700. Para a classe IV há também duas subdivisões: IV A e IV B, onde ambas são de pista simples, sendo que a IVA compreende as rodovias com vpd de 50 a 200 e a IVB abaixo desse valor. A Tabela 5 apresenta essas informações e as velocidades previstas por tipo de classe e inclinação horizontal.

Classe s	Características	Velocidade de projeto (km/h)		
		Plano	Ondulado	Montanhoso
0	Via Expressa	120	100	80
I	A Pista Dupla Controle Parcial de Acessos	100	80	60
	B Pista Simples Volume de Tráfego > 1400 vpd			
II	Pista Simples 700 vpd < Volume de Tráfego < 1400 vpd	100	70	50

III		Pista Simples 300 vpd < Volume de Tráfego < 700 vpd	80	60	40
IV	A	Pista Simples 50 vpd < Volume de Tráfego < 200 vpd	60	40	30
	B	Pista Simples Volume de Tráfego < 50 vpd			

Tabela 5 - Características da classificação técnica

Fonte: Adaptado de Lee (2002, p. 53)

DNER (1999) apresenta uma relação entre a classificação funcional e a técnica, onde de posse de uma delas pode-se chegar à outra, conforme mostra a Tabela 6.

Classes funcionais		Classes de projeto
Arterial	Principal	0 e I
	Primária	I
	Secundária	I e II
Coletora	Primária	II e III
	Secundária	III e IV
Local		III e IV

Tabela 6 - Relações entre a classificação funcional e a técnica

Fonte: DNER (1999, p. 28)

2.7.3. Proximidade de aglomerados populacionais

A classificação pela proximidade de aglomerados populacionais caracteriza-se pelas rodovias urbanas e rurais, onde a primeira refere-se às rodovias que se localizam dentro de centros urbanos, e sendo assim, são influenciadas pelo tráfego local e as rurais não sofrem essa interferência. Esse tipo de classificação é importante nos estudos de tráfego, pois as curvas de tráfego são diferentes, principalmente em relação aos picos diários.

Garber e Hoel (2008) apresentam como característica intrínseca das rodovias urbanas a localização em cidades com população superior a 25 mil habitantes, que servem zonas de alta

densidade populacional, e são utilizadas principalmente para deslocamentos entre os centros comerciais (lojas). Já as vias rurais são localizadas fora de cidades e servem de ligação entre as mesmas.

2.7.4. Finalidade

A finalidade da rodovia refere-se à função que a mesma desempenha no sistema rodoviário. Muitas vezes essa característica não é de fácil identificação, pois ela pode servir como um tronco rodoviário e assim possuir várias finalidades. Geralmente são identificados alguns tipos característicos, tais como: rodovias turísticas (ou recreacionais), industriais, escolares, agrícolas, dentre outras. A finalidade geralmente é utilizada para identificar as sazonalidades da rodovia.

2.7.5. Regionalidade

Refere-se à localização geográfica das rodovias. É a forma mais simples e fácil de classificação, embora não sirva para identificar muitas das suas características. Podem ser classificadas de acordo com o conceito de regiões brasileiras, estados, municípios, ou outras formas de regionalização.

2.8. VARIAÇÕES DO VOLUME DE TRÁFEGO

Como já comentado, o volume de tráfego varia ao longo do tempo. Essa variação pode ser de diversas formas, tais como: variações horárias, diárias, mensais e anuais, além de outras variações que podem ocorrer em função de situações específicas, que podem ser previstas ou não. As variações previstas podem ocorrer quando há feriados e/ou festividades, enquanto que as não previstas faz relação à ocorrência de acidentes, por exemplo. É importante ressaltar a importância de se possuir informações e conhecimento dessas variações para que seja possível um planejamento antecipado sobre ações que venham a diminuir o nível de congestionamento, em épocas de grande movimentação ou de ações preventivas à ocorrência de acidentes, por exemplo.

As variações ditas horárias são aquelas que ocorrem ao longo do dia. Essas variações são mais perceptíveis em rodovias urbanas, onde há os chamados horários de pico, geralmente ocorrendo ao meio-dia e às seis horas da tarde, devido ao horário de trabalho. Já as variações diárias são as que ocorrem nos dias ao longo da semana.

Esse tipo de variação está muito atrelada ao tipo de movimentação da rodovia, uma vez que aquelas que tem caráter turístico, por exemplo, têm picos elevados em finais de semana, ao contrário de rodovias urbanas, onde esses picos geralmente se apresentam durante os dias da semana, com diminuição de tráfego no sábado e domingo.

Assim como as variações diárias, as mensais são também atreladas ao tipo de movimentação da rodovia, geralmente relacionadas às atividades socioeconômicas da região no qual a rodovia, uma vez que essa variação pode decorrer por influência de safras agrícolas, períodos de turismo, férias escolares, entre outros.

Por último, e geralmente menos perceptíveis, ocorrem as variações ao longo dos anos. Essas são decorrentes basicamente da evolução econômica do país e/ou da região da rodovia, ou ainda, de mudanças na infraestrutura da mesma.

Além das variações mencionadas, existe também aquela relacionada ao sentido do tráfego, onde ela é percebida principalmente nas rodovias urbanas, onde geralmente o sentido do fluxo se inverte nos períodos da manhã e da tarde.

ITE (1999) apresenta algumas considerações importantes em relação às variações do fluxo de veículos, baseadas nos gráficos apresentados a seguir. Esses gráficos foram desenvolvidos através de dados coletados em rodovias americanas, mais precisamente em Illinois e Minnesota (Figura 8 -).

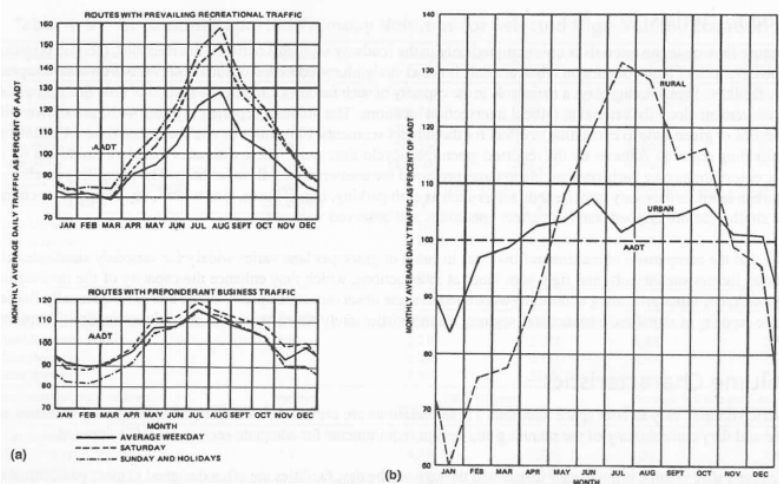


Figura 8 - Curvas de tráfego de rodovias de Illinois e Minnesota

Fonte: ITE (1999, p. 106)

As considerações mencionadas percebidas pelos gráficos são:

- As variações mensais são mais severas em áreas rurais do que áreas urbanas;
- As variações mensais são mais severas em áreas rurais que servem primeiramente para o tráfego recreacional do que em áreas rurais que servem primeiramente para tráfego de negócios;
- Os padrões de tráfego diário variam pelos meses do ano e por rotas de recreação.

2.9. FATORES DE EXPANSÃO DOS DADOS

Conforme já comentado, a implementação de um plano de contagem demanda custos elevados, ainda mais quando se tem necessidade de dados contínuos. Por esta razão, muitas vezes o valor do VMDa é determinado através de expansões de dados coletados em períodos menores do que um ano.

A expansão consiste em determinar a relação entre o volume de veículos de um período menor e um período maior (por exemplo, uma hora e um dia). No entanto, para se determinar os fatores de expansão, o ideal é que se conheçam as curvas de variação do tráfego (VALENTE, 1994). Como nem sempre é possível que se possua essas curvas, muitas vezes é utilizada a relação entre trechos que possuam as mesmas características. De qualquer forma, para determinar os fatores de expansão, sempre há a necessidade de se possuir pelo menos uma curva de tráfego (ou do mesmo trecho, mas em período diferente ou de um trecho similar).

Neste contexto, pode-se citar três formas de expansões usualmente utilizadas em estudos de tráfego: expansão horária, diária e mensal. A Figura 9 apresenta a aplicação dessas expansões.

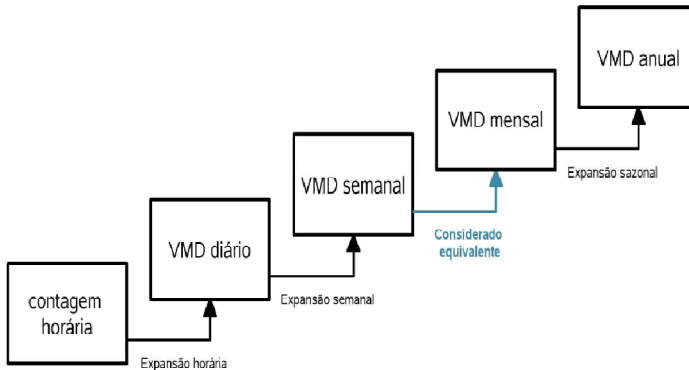


Figura 9 - Fatores de expansão
 Fonte: LABTRANS (1) (2008, p. 27)

O VMD da semana é assumido como equivalente ao VMD do mês. Isso porque, segundo DNIT (2006), o VMD de uma semana pode ser considerado como uma amostra para o volume do mesmo mês, e por esta razão, assume-se que os volumes são idênticos. Nos subitens seguintes, as três formas de expansão são melhores detalhadas.

2.9.1. Expansão horária

Nesta forma de expansão, os dados coletados em um determinado momento do dia são expandidos para o restante do mesmo dia ou até mesmo para outros horários, através do fator de expansão horário. A Equação 2.7 que determina este fator é apresentada é dada por:

$$f_{HA} = \frac{V_{DA}}{V_{HA}} \quad (2.7)$$

em que:

f_{HA} = fator de expansão horária do trecho A;

V_{DA} = volume diário de tráfego do trecho A;

V_{HA} = volume horário do trecho A.

A partir da definição do fator de expansão, é possível determinar o volume diário de um trecho B no qual só se possui um dado horário, através da Equação 2.8:

$$V_{DB} = f_{HA} V_{HB} \quad (2.8)$$

em que:

V_{DB} = volume diário de tráfego do trecho B.

V_{HB} = volume horário do trecho B.

A Figura 10 - mostra um exemplo de aplicação do fator de expansão horária para a determinação do volume diário de um trecho com contagem de cobertura, a partir de dados de outro trecho.

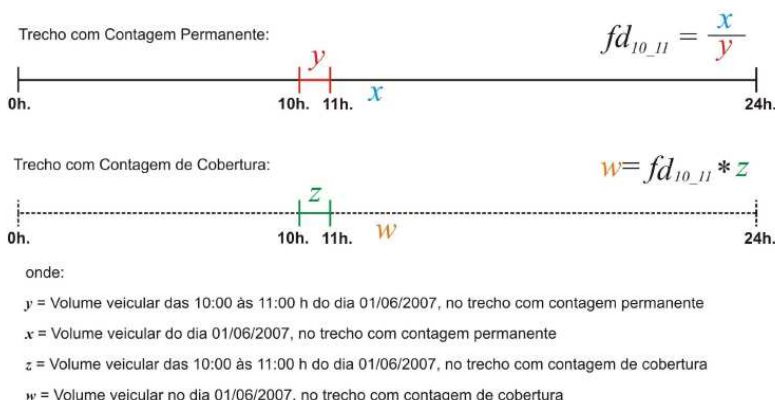


Figura 10 - Exemplo de aplicação do fator de expansão horária

Fonte: LABTRANS (1) (2008, p. 28)

2.9.2. Expansão semanal

Ao longo da semana, o volume de tráfego varia conforme o dia, sendo que essas variações são mais sentidas se comparados os chamados dias úteis (segunda a sexta-feira) e o final de semana. Essa variação pode ser também bastante sentida entre os próprios dias da semana, dependendo da finalidade da rodovia. Sendo assim, a expansão diária tem o intuito de expandir os dados coletados em apenas um dia da semana para os demais (Equação 2.9).

$$f_{SA} = \frac{V_{SA}}{V_{DA}} \quad (2.9)$$

em que:

f_{SA} = fator de expansão semanal do trecho A.

V_{SA} = volume semanal de tráfego do trecho A.

V_{DA} = volume diário do trecho A.

A partir da definição do fator de expansão, é possível determinar o volume semanal de um trecho B no qual só se possui um dado diário, através da Equação 2.10:

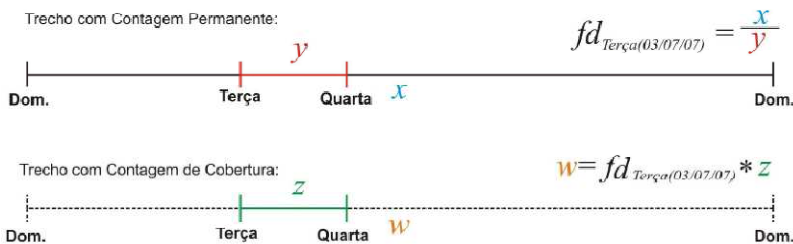
$$V_{SB} = f_{SA} V_{DB} \quad (2.10)$$

em que:

V_{SB} = volume diário de tráfego do trecho B.

V_{DB} = volume horário do trecho B.

A Figura 11 - mostra a aplicação do fator de expansão para determinar o volume de tráfego de uma semana em um trecho no qual só se possui dados de um dia da semana.



onde:

y = Volume veicular no dia 03/07/07 (Terça-feira), no trecho com contagem permanente

x = Volume veicular da 1ª semana de julho/07 (01/07/07-07/07/07), no trecho com contagem permanente

z = Volume veicular no dia 03/07/07 (Terça-feira), no trecho com contagem de cobertura

w = Volume veicular da 1ª semana de julho/07 (01/07/07-07/07/07), no trecho com contagem de cobertura

Figura 11 - Exemplo de aplicação do fator de expansão semanal

Fonte: LABTRANS (1) (2008 p. 29)

2.9.3. Expansão sazonal

Assim como a variação entre os dias da semana, ocorrem variações ao longo dos meses do ano. Neste caso, essa variação é ainda mais correlacionada com a funcionalidade da via. Isto porque o tráfego varia conforme a sazonalidade apresentada pelo motivo no

qual ele se movimenta. Por exemplo, há um maior movimento de veículos de carga que transportam soja durante a safra, assim como há maior movimentação nas rodovias litorâneas em dezembro e janeiro.

Neste sentido, a expansão sazonal tem como objetivo apresentar o total de veículos que trafegam em um determinado trecho no intervalo de um ano, a partir de dados coletados em apenas um mês do mesmo ano. Assim como as outras formas de expansão, a sazonal é encontrada através da relação entre os volumes de trechos semelhantes e que possuem dados de forma contínua. Assim, considera-se a Equação 2.11 como forma de determinação do fator de expansão sazonal.

$$f_{ZA} = \frac{V_{AA}}{V_{MA}} \quad (2.11)$$

em que

f_{ZA} = fator de expansão sazonal do trecho A.

V_{AA} = volume anual de tráfego do trecho A.

V_{MA} = volume mensal de tráfego do trecho A.

A partir da definição do fator de expansão encontrado, é possível determinar o volume anual de um trecho B no qual só se possui dados mensais, através da seguinte equação:

$$V_{AB} = f_{ZA} V_{MB} \quad (2.12)$$

em que:

V_{AB} = volume anual de tráfego do trecho B.

V_{MB} = volume mensal de tráfego do trecho B.

A Figura 12 - mostra um exemplo para a aplicação do fator de expansão sazonal.

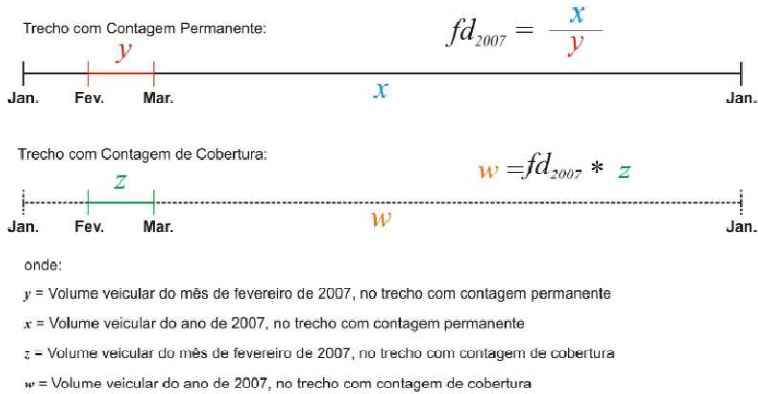


Figura 12 - Exemplo de aplicação do fator de expansão sazonal

Fonte: LABTRANS (1) (2008 p. 31)

Após feita uma descrição breve dos principais conceitos sobre o tema abordado para a elaboração do trabalho, torna-se importante verificar a como se dá a realização de programas de contagem de tráfego. Foram levantados na literatura estudos realizados sobre o tema dos órgãos federais, tanto do Brasil como de alguns países que se destacam na área, e também nos departamentos estaduais de alguns estados brasileiros. Tais descrições estão expostas no capítulo que segue.

3. PROGRAMAS DE CONTAGENS DESENVOLVIDOS

Este capítulo tem o objetivo de apresentar de forma geral algumas informações relacionadas a programas de contagens desenvolvidos por instituições brasileiras e internacionais, tendo como foco principal o número e a localização dos contadores.

Além disso, procurou-se identificar as principais diferenças existentes entre os programas nacionais e os internacionais, estes últimos de países europeus, e o impacto que essas diferenças provocam nos métodos utilizados por tais. Nos itens que seguem são apresentados de forma sucinta como se deu a realização dos programas de contagens nas instituições nacionais e internacionais.

3.1. DNIT

O antigo Departamento Nacional de Estradas e Rodagens (DNER) implementou em 1977 o Plano Nacional de Contagem de Tráfego – PNCT, no qual foram instalados diversos contadores permanentes espalhados na malha rodoviária federal. Este plano perdurou até o ano de 2001, quando foi extinto, juntamente com o órgão (nesta ocasião criou-se o DNIT).

Vale salientar que existiam contagens anteriores à década de 70, mas as mesmas eram realizadas de forma pontual e durante um curto intervalo de tempo, até mesmo pelas restrições de equipamentos. Durante o tempo no qual o PNCT esteve em funcionamento, o número e a localização dos postos, os métodos de análise e expansão dos dados, bem como os equipamentos utilizados foram se modificando e se atualizando. Dessa forma, no site do DNIT contém informações referentes à 272 postos de contagens, com dados do período de 1994-2001, embora nem todos esses postos possuem informações de todo o período. A localização dos mesmos é mostrada na Figura 13 - seguinte.

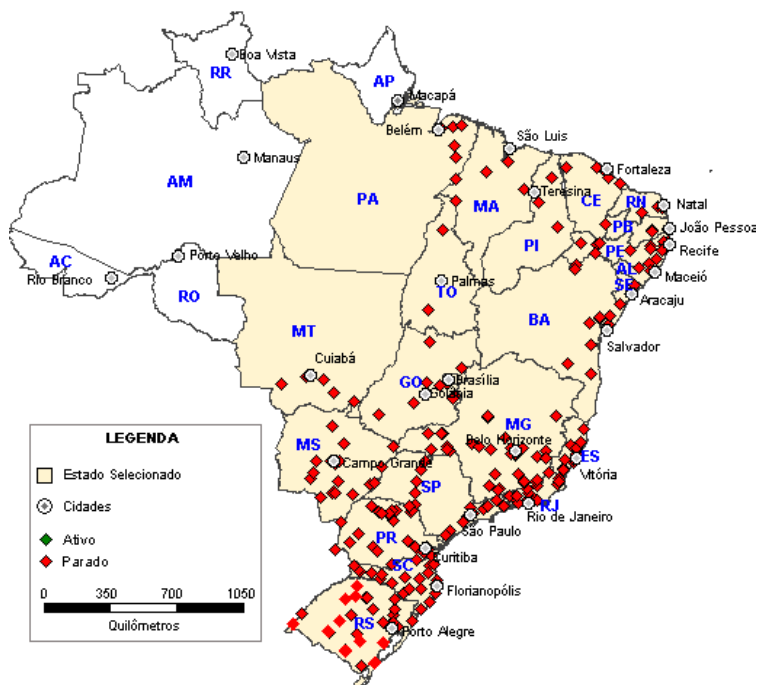


Figura 13 - Localização dos postos de contagem permanente do PNCT
Fonte: DNIT (2) (2009)

Essa localização foi baseada principalmente na análise de áreas de zona de tráfego, sendo que essas eram analisadas em função da influência do superávit e déficit. Ainda:

Os trechos favoráveis para a implantação de postos de contagem geralmente se encontram em rodovias troncais, sentido norte-sul, e em rodovias transversais, sentido leste-oeste, pois podem atravessar boa parte do território brasileiro transportando cargas para os portos ou entre os estados. Assim, quando ocorre o cruzamento dessas com uma zona de tráfego, se considera, geralmente, que há a necessidade da implantação de um posto de contagem permanente ou de cobertura, sendo que o tipo do posto será decidido mediante a

solicitação de tráfego da zona de cruzamento ou o grau de importância que essa representa para a malha rodoviária federal (LABTRANS (2), 2008, p. 17).

Dessa forma, o procedimento para a escolha da localização dos postos de contagem pode ser resumido em três etapas, a saber (LABTRANS (2), 2008):

- **Primeira etapa:** definição das áreas de influência de superávit e déficit por meio de dados extraídos do IBGE, que por sua vez referem-se à economia da área em estudo (mais precisamente o tipo de setor econômico predominante).
- **Segunda etapa:** divisão das áreas de influência definidas na etapa anterior em zonas de tráfego, sempre analisando os sentidos das rodovias que as cruzam, e posteriormente identificando o principal tipo de carga que passa nessas rodovias, além do destino das mesmas (interestaduais/portuárias). Ainda, quando existente, também foi levado em consideração o VMDa.
- **Terceira etapa:** consiste no processo mais detalhado e minucioso, pois faz a análise da área interna da zona de tráfego, identificando os municípios pertencentes à mesma, bem como identifica o pólo de origem da carga que será escoada nessa região e a principal rota utilizada. Assim se tem como definir com mais precisão o local para instalação do posto que mais represente a zona o qual pertence.

De acordo com LABTRANS (2) (2008), esse método prioriza o transporte de longa distância, além da densidade da malha rodoviária e a concentração de pólos econômicos. Dessa forma, isso explica a quase ausência de postos na região norte e em contrapartida a grande densidade de postos na região sul e sudeste.

3.2. ESTADOS BRASILEIROS

No tocante dos órgãos estaduais brasileiros, os seguintes estados foram abordados: Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo e Ceará. Dessa forma, as informações referentes aos quatro estados mencionados são apresentadas nos tópicos seguintes.

3.2.1. Santa Catarina

A instituição responsável pelo planejamento e manutenção da malha das rodovias estaduais de Santa Catarina é o Departamento Estadual de Infraestrutura (DEINFRA), que foi criado no ano de 2003, através da junção do Departamento: de Estradas e Rodagens (DER) e do Departamento de Edificações e Obras Hidráulicas (DEOH).

Dessa forma, a mesma é quem realiza, há muito tempo, contagens volumétricas e classificatórias nas rodovias que cortam o estado. Mas, essas contagens foram, em sua grande maioria, contagens pontuais, muitas vezes realizadas manualmente por alunos de universidades ou pelos próprios funcionários do DEINFRA.

Em 2004, porém, foram iniciados os trâmites para a aquisição de aparelhos e implementação de um programa de contagens, que teria um prazo de duração de aproximadamente dois anos, onde se teria a coleta de dados durante um período maior para alguns trechos e menor para outros.

O modelo utilizado pelo DEINFRA é chamado de “Sistema representativo de postos de coleta”, que tem como premissa classificar os trechos de coleta em: postos representativos e postos subordinados, onde para os primeiros são realizadas coletas permanentes e os segundo coletas de cobertura. Nesse modelo, as informações coletadas nos dois tipos de postos se completam, uma vez que os dados coletados nos postos permanentes servem para expandir os dados coletados nos postos subordinados para o ano todo. Dessa forma, os postos são considerados subordinados aos permanentes quando as curvas de tráfego dos dois grupos são consideradas similares. Isso ocorre quando a razão entre os volumes dos dois postos se mantém aproximadamente constante ao longo do período de contagem. Nesse caso, o DEINFRA fixou esse período em 1 (um) ano (DEINFRA, 2008).

A implementação do programa de contagem que utilize o referido modelo deve levar em consideração alguns passos importantes descritos a seguir.

- Divisão da rede rodoviária em segmentos aonde as características do fluxo de veículos permaneça inalterada, determinadas através dos segmentos homogêneos;
- Caracterização do comportamento do fluxo de tráfego mediante indicadores característicos;

- Delimitação dos fluxos de tráfego que deverão assumir funções de representatividade;
- Instalação de postos de coleta permanente e temporário, criteriosamente estabelecidos, de forma que todos os tipos de fluxo de tráfego estejam representados;
- Realização de contagens de acordo com o plano estabelecido e de forma que todos os segmentos da rede estejam cobertos.

As principais etapas de desenvolvimento do presente modelo são apresentadas na Figura 14 - e detalhadas a seguir.

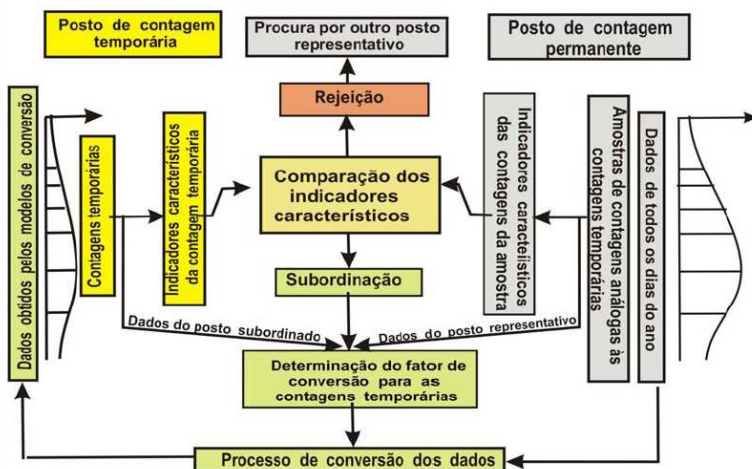


Figura 14 - Etapas do desenvolvimento da metodologia do Sistema Representativo

Fonte: Porath et al (2005)

- Realização das contagens contínuas nos postos permanentes e de coletas temporárias nos postos subordinados, ambas em períodos pré-determinados;
- Determinação dos principais indicadores de caracterização do comportamento do fluxo de tráfego e, a partir desses, identificação dos critérios de semelhança dos comportamentos de tráfego;
- Análise dos principais fatores característicos e determinação dos postos subordinados aos permanentes

que de acordo com a semelhança desses fatores forem adequados a assumirem a posição de postos representativos;

- Determinação dos fatores de conversão dos dados de tráfego entre os postos representativos e os subordinados;
- Adoção dos fatores de conversão identificados entre os postos subordinados e os representativos;
- Estimativa dos dados de tráfego dos postos subordinados através dos parâmetros coletados nos postos representativos e nos próprios subordinados.

Assim, considera-se:

$$c = \frac{q_S}{q_R} \cong \text{constante} \quad (3.1)$$

em que:

q_S = Volume de tráfego do posto subordinado;

q_R = Volume de tráfego do posto representativo.

A partir de determinada a constante c , o volume de tráfego anual do posto subordinado (S), poderá ser estimado multiplicando-se a própria constante pelo volume anual do seu posto representativo. Assim, dado que a Equação 3.1 é satisfeita para todas as coletas de cobertura, o VMDa dos postos subordinados poderão ser calculados de acordo com a Equação 3.2 (PORATH et al, 2005):

$$VMDa_S = VMDa_R \times \text{constante} \quad (3.2)$$

em que:

$VMDa_S$ = Volume médio diário anual do posto subordinado;

$VMDa_R$ = Volume médio diário anual do posto representativo.

Uma das principais dificuldades encontradas nesse modelo é determinar as variáveis que serão utilizadas para determinar quais postos subordinados serão alocados a quais postos representativos, visto que a relação entre cada par de postos subordinados x representativos deve ser satisfeita de tal forma que as curvas anuais de tráfego sejam idênticas, isto é, os trechos devem possuir as mesmas sazonalidades. Por essa razão, resolveu-se determinar o índice FCA – Fator de Correção Anual, onde o mesmo é dado pela equação a seguir.

$$FCA = \frac{VMD_i}{VMD_j} \quad (3.3)$$

em que:

VMD =: volume médio diário do trecho na época i ;

VMD_j = volume médio diário do trecho na época j .

i = janeiro a fevereiro;

j = abril a maio.

Dentro deste contexto, deve ser analisada a movimentação, pois em qualquer trecho de uma rodovia ela sofre variações ao longo das horas, dias e meses. Essas variações geram as curvas de tráfego, que são muito importantes em estudos de tráfego, pois é através delas que é possível determinar os horários ou períodos de picos, e dessa forma podem ser tomadas decisões para o planejamento de ações, como medidas que possam vir a diminuir congestionamentos, por exemplo: Segundo o DEINFRA (2008), os dados que melhor servem para descrever essas variações são aqueles coletados em dias denominados normais de trabalho: terça, quarta e quinta-feira, uma vez que em finais de semana (sábado e domingo) a movimentação tem outras características e segunda e sexta-feira são dias influenciados pelo final de semana, e assim também pode haver um viés no fluxo de veículos.

Para a comparação entre as diversas curvas e a identificação da semelhança entre as mesmas (vale ressaltar que a semelhança aqui mencionada não refere-se ao valor nominal de volume, e sim sua representatividade no período) pode ser determinada através da comparação entre as características socioeconômicas ou através de indicadores numéricos. Para o DEINFRA, a metodologia padrão para essa comparação é a utilização do FCA, que foi determinado, através dos fatores característicos de movimentação de veículos nas rodovias do estado, através da Equação 3.4:

$$FCA = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{VDF_j}{VDM_j} \quad (3.4)$$

em que:

n = número de pares de dados de tráfego considerados ($n \geq 3$);

j = dias considerados normais de trabalho (terças, quartas ou quintas-feiras, desde que não sejam feriados ou dias festivos);

VDF_j = volume diário dos dias j no período de janeiro a fevereiro do ano;

VDM_j = volume diário dos dias j no período de abril a maio do mesmo ano.

A adequação da Equação 3.4 foi analisada e estudada pelo próprio departamento, sendo que os seguintes itens foram levados em consideração:

“Analisada em função da representatividade dos dados de tráfego, da representatividade dos períodos de análise e da disponibilidade dos dados considerados nessa formulação matemática” (DEINFRA, 2008).

“Devidamente testada pelo critério 90%/20%. Este critério define que o volume de tráfego calculados $q_{+S,ij}$ dos postos de coleta S a partir do volume de tráfego $q_{R,ij}$ do posto R, apresentou, para todos os casos do ano (máx. 53 para cada dia da semana), desvios em relação ao volume real $q_{S,ij}$ inferiores a 20%, no mínimo em 90% dos casos” (DEINFRA, 2008).

De forma geral, esse fator pode ser determinado se tiver os dados de pelo menos três dias normais de trabalho, desde que não sejam feriados ou dias festivos, de cada um dos períodos característicos mencionados acima.

Para alguns bancos de dados históricos, os valores de movimentação apresentados são valores médios por dia da semana, mês e ano. Nesse caso, a Equação 3.5 apresenta o cálculo do FCA nessas condições.

$$FCA = \frac{1}{n} \left(\frac{VMD_{3J}}{VMD_{3A}} + \frac{VMD_{4J}}{VMD_{4A}} + \frac{VMD_{5J}}{VMD_{5A}} + \frac{VMD_{3F}}{VMD_{3M}} + \frac{VMD_{4F}}{VMD_{4M}} + \frac{VMD_{5F}}{VMD_{5M}} \right) \quad (3.5)$$

em que:

VMD_{3J} = Volume médio diário das terças-feiras do mês de janeiro;

VMD_{4J} = Volume médio diário das quartas-feiras do mês de janeiro;

VMD_{5J} = Volume médio diário das quintas-feiras do mês de janeiro;

VMD_{3F} = Volume médio diário das terças-feiras do mês de fevereiro;

VMD_{4F} = Volume médio diário das quartas-feiras do mês de fevereiro;

VMD_{5F} = Volume médio diário das quintas-feiras do mês de fevereiro;

VMD_{3A} = Volume médio diário das terças-feiras do mês de abril;

VMD_{4A} = Volume médio diário das quartas-feiras do mês de abril;

VMD_{5A} = Volume médio diário das quintas-feiras do mês de abril;

VMD_{3M} = Volume médio diário das terças-feiras do mês de maio;

VMD_{4M} = Volume médio diário das quartas-feiras do mês de maio;

VMD_{5M} = Volume médio diário das quintas-feiras do mês de maio;

n = Número de pares de VMD.

O valor de FCA é um índice muito importante na definição da localização dos postos de contagem permanente (postos representativos), onde a mesma deve levar em consideração alguns aspectos, assim descritos:

- Deve-se definir o número de postos de forma que todos os fatores de FCA dos diversos postos subordinados instalados no território sejam cobertos por pelo menos um posto representativo;
- Deve-se escolher em primeiro lugar os postos com volume de movimentação maiores para diminuir a transferência de distorções locais dos postos representativos aos subordinados;
- Sempre que se possuir informações de tráfego sobre os trechos, deve-se priorizar a instalação de postos permanentes naqueles que apresentarem os menores valores de desvio padrão para os diversos períodos de coleta;

- Os dados coletados nos postos de contagem permanente possam ser utilizados diretamente para a expansão dos dados de todos os postos subordinados;
- Os postos representativos devem representar o máximo de postos subordinados, por questões de custo;
- Os segmentos de rodovias que apresentam um comportamento atípico também sejam devidamente representados.

Além disso, um trecho de rodovia pode ser considerado um posto representativo se atende as seguintes condições:

- Se possuir um fator de FCA determinado com número de pares de dados de tráfego superior a 3;
- Possuir dados de tráfego que sejam suficientes (maior que 50% do total de dias de cada mês ao longo de um ano) para o cálculo do VMDa e para o cálculo dos fatores de correção mensal e diário.

A vinculação dos postos subordinados aos representativos é feita através dos valores dos FCA's dos diversos trechos aonde foram realizadas as coletas, onde agrupa-se aqueles que possuem variações menores ou iguais a 0,10. Como exemplo, o grupo 1 abrangeria os trechos que possuem FCA no intervalo de 0,50 a 0,60; o grupo 2 de 0,60 a 0,70, e assim sucessivamente. Além disso, o DEINFRA utiliza uma segmentação do território catarinense com o intuito de considerar as variações regionais existentes que por sua vez podem alterar as características dos fluxos de veículos. Essa divisão abrange oito áreas, denominadas Superintendências Regionais (SUPRE's), conforme mostra a Tabela 7 - . Vale ressaltar que todas as SUPRE's possuem tanto postos subordinados quando postos representativos.

SUPRE	Número de postos de coleta			
	Municipais	Estaduais	Federais	Total
Extremo Oeste	6	38	14	58
Oeste	7	53	13	73
Meio Oeste	11	43	19	73
Planalto	9	34	13	56

Norte	19	38	27	84
Vale do Itajaí	20	59	22	101
Litoral Centro	10	20	9	39
Sul	25	65	10	100
Total	107	350	127	584

Tabela 7 - Número de postos de coleta em Santa Catarina

Fonte: DEINFRA (2008)

A determinação da vinculação dos postos subordinados aos representativos é primeiramente através do valor do FCA, que como comentado anteriormente, deve pertencer ao mesmo intervalo. Ainda, deve-se optar em agrupar os postos que possuírem a menor diferença de FCA, e os maiores volumes de tráfego. Além disso, estabeleceu-se uma ordem de critérios que deverão servir de base para essa vinculação, conforme descritos a seguir:

- 1ª ordem: Postos instalados na mesma rodovia e mesma SUPRE.
- 2ª ordem: Postos instalados na mesma rodovia e em SUPRE's vizinhas.
- 3ª ordem: Postos instalados em rodovias diferentes, mas de mesma SUPRE.
- 4ª ordem: Postos instalados em outras rodovias, mas com SUPRE's vizinhas.
- 5ª ordem: Postos instalados em rodovias e SUPRE's diferentes, mesmo que distantes.
- 6ª ordem: Postos que possuírem a menor variação de FCA, instalados em rodovias da mesma SUPRE, seguido por SUPRE's vizinhas e após, SUPRE's distintas.

Periodicamente, poderá haver a necessidade de uma reordenação da vinculação dos postos subordinados aos representativos, devido ao fato de alterações sistemáticas do comportamento do fluxo nas rodovias, o que acarreta em alterações nas curvas anuais de tráfego. Essas alterações ocorrem por diversos motivos, dentre os quais:

A realocação dos postos representativos e a readequação dos subordinados aos representativos só pode ser feita mediante novas coletas no período característico. Sendo assim, como não é viável a

realização de coletas em todos os postos no mesmo ano devido ao grande número de trechos rodoviários e aos poucos equipamentos disponíveis, o DEINFRA recomenda-se a revisão dos postos a cada três anos. De qualquer forma, as alterações de comportamento do tráfego dificilmente acontecem num curto prazo, e quando isso ocorrer as mesmas necessitam de tratamento específico.

3.2.2. Rio Grande do Sul

O estado do Rio Grande do Sul, através do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER/RS) possui um programa de contagens anterior à década de 60. Fica evidente que esse programa foi sendo reestruturado ao longo desses anos, assim como houve interrupções das mesmas durante determinados períodos.

Ainda assim, é possível identificar alguns intervalos de épocas que possuíam algumas características distintas (LABTRANS (1), 2008). De acordo com Machado (2004), entre os anos de 1965 e 1992, havia de 232 a 284 postos de contagens de tráfego, divididos em postos permanentes e sazonais, sendo que esses últimos podiam ter duração de 16 horas, uma vez por mês ou 16 horas uma vez por trimestre.

A localização desses postos obedecia aos seguintes critérios: trechos localizados em áreas rurais, de forma que não sofram interferência do tráfego local e a representatividade no desenvolvimento socioeconômico do estado e locais onde houvessem necessidades de dados.

Ao final deste período, com o estreitamento dos recursos humanos e financeiros, o órgão sentiu a necessidade de realizar um remanejamento dos postos, com o intuito de diminuir os custos. Com isso, decidiu-se pela diminuição na frequência de coletas e do número de postos de contagem.

Sendo assim, no período de 1992 a 1995, houveram apenas 243 postos operantes, no qual 43 coletavam dados uma vez por mês, durante 24 horas, e nos restantes a contagem era realizada uma vez por trimestre com duração de 16 horas. Os primeiros foram localizados nas principais rodovias do estado, caracterizadas por elevado volume e distâncias longas de viagem. Neste período não foram realizadas formas de inferência estatística, sendo que os

volumes coletados eram utilizados em outros trechos com características similares.

Esta prática não mostrou resultados satisfatórios e por esta razão foi abandonada, passando a serem utilizados apenas os dados observados nos 243 postos (DIAS, 2003 apud MACHADO, 2004). Após 1995 o programa de contagem foi suspenso, retornando apenas em 2008, onde novamente houve uma reestruturação no programa.

Em relação à localização, LABTRANS (1) (2008) cita:

O processo da localização dos postos de contagem basicamente obedeceu ao conhecimento técnico dos operadores das vias. Assim, através deles, as rodovias foram definidas por sua importância nas questões de trafegabilidade, como a influência de transportes de carga e rotas de viagem. Fundamentalmente, os fatores decisórios foram os aspectos sócio-econômicos da região de entorno da rodovia (LABTRANS (1), 2008, p. 65).

Neste contexto, o programa foi dividido em quatro formas de coletas:

- Postos de contagem permanente: localizados em trechos pedagiados, as contagens são realizadas pelas próprias concessionárias, sendo que as coletas são feitas 24 horas por dia;
- Postos de contagem sazonal: com o intuito de determinar os fatores de expansão diário e semanal, nesses trechos as coletas são realizadas durante sete dias ininterruptos quatro vezes ao ano. Dessa forma, a escolha desses trechos se deu em função do tráfego de carga, sendo que priorizou-se a colocação em trechos que possuem tráfego sazonal (de cargas);
- Postos de contagem semestral: as contagens são realizadas durante 16 horas, duas vezes ao ano, com o objetivo de complementar a contagens em trechos não atendidos pelos postos sazonais e permanentes;
- Postos de contagem anual: contagem em apenas um dia, durante 16 horas com o objetivo de se conhecer o fluxo

diário em rodovias de nível terciário (em relação à sua representatividade).

3.2.3. São Paulo

O estado de São Paulo comporta uma extensa e importante rede de rodovias, em que grande parte da movimentação nacional tem origem, destino ou passagem. Dessa forma, o Departamento Estadual de Rodagens do estado (DER/SP), desenvolve há mais de trinta anos programas de contagens de rodovias. Nesta época, o departamento chegou a possuir contagens em mais de 600 trechos das rodovias estaduais. Esse número acabou diminuindo devido principalmente à concessão de muitas rodovias à iniciativa privada, chegando a ter em torno de 500 trechos com contagens até o ano de 1994, quando o programa foi interrompido (LABTRANS (1), 2008).

Durante dez anos, de 1994 a 2004, o DER/SP não realizou mais contagens de tráfego, sendo que dessa forma, foram realizadas projeções lineares através dos dados coletados nos anos anteriores, para se possuir os volumes atualizados (LABTRANS (1), 2008). Em 2005, porém, a instituição realizou uma contagem em 505 postos com o intuito de se atualizar os valores de VMD. Para tanto, o estado foi dividido em três lotes, conforme mostra a Figura 15 - .

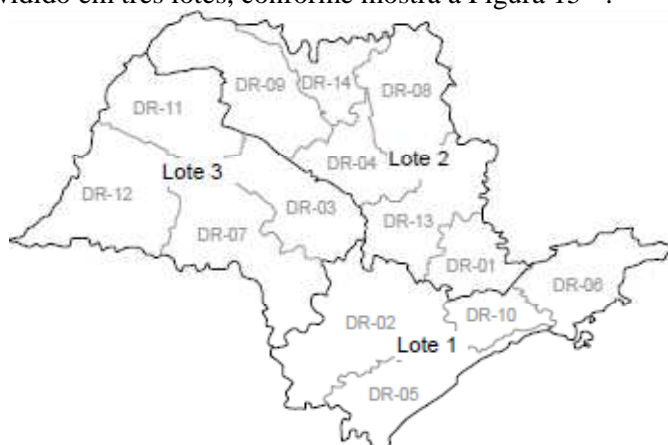


Figura 15 - Divisão do estado de São Paulo em lotes

Fonte: ARAÚJO *et. al* (2006)

Em cada um dos lotes foram realizados dois tipos de coletas: com duração de sete dias e três dias. A localização foi baseada:

“Os 505 pontos coletados fazem parte de um grupo de locais historicamente pesquisados pelo DER/SP, que definem trechos homogêneos sob os aspectos do perfil de tráfego. Os pontos com coleta de 7 dias foram definidos com base numa distribuição homogênea na malha rodoviária, para possibilitar à maioria dos pontos com coleta de 3 dias, correspondência a um ponto de coleta de 7 dias, em função de sua posição geográfica e do tipo de atendimento ofertado pelo sistema rodoviário”. (ARAÚJO et al, pg. 3)

Os dados históricos de volume foram utilizados para o estabelecimento de padrões de variação de volume, sendo que dessa forma foi possível a partir dos dados coletados nos três ou sete dias expandir os mesmos para o VMDa.

Para tanto, o órgão identificou características das regiões metropolitanas, principalmente relacionadas às áreas com indústrias e serviços, agroindústrias/rurais e regiões turísticas. Neste sentido, ficou evidenciado que para os trechos em análise, ocorre uma aproximação dos padrões de variação do tráfego em função da região e dos corredores de tráfego no qual os trechos estão localizados. Ainda, que rodovias recreacionais apresentam um movimento elevado em finais de semana, cuja composição do tráfego é principalmente de veículos leves. Por outro lado, trechos que servem para negócios ou trabalho, a maior parte da movimentação ocorre nos dias de semana.

3.2.4. Ceará

Em 1994, o Departamento de Estradas de Rodagem e Transportes do estado de Ceará (DERT/CE) implementou um programa de contagem com a instalação de 12 postos de contagem permanente, 95 sazonais e 157 de cobertura com o objetivo de estimar os valores de VMDa de vários trechos através de estimativas baseadas em amostras (GOMES, 2004). A localização dos postos permanentes é apresentada na Figura 16 - .



Figura 16 - Localização dos postos de contagem permanente do Ceará

Fonte: GOMES (2004)

Essa localização foi baseada nos seguintes fatores (LIMA e MOREIRA, 1995):

- Análise dos fatores de expansão obtidos por meio de uma contagem realizada pelo próprio órgão no ano de 1989. Através dessa análise foi possível verificar as características similares entre os trechos através das curvas de variação do tráfego;
- Experiência e conhecimento da equipe técnica local;
- Caracterização do tráfego;
- Análise de zonas agrícolas e de recreação;
- Rotas de transporte de carga;
- Configurações regionais semelhantes.

Esse programa perdurou até o ano de 2003, quando houve interrupção da contagem nos postos permanentes. Dessa forma, os fatores de expansão para os postos sazonais e de cobertura foram

utilizados dos anos anteriores ou até de equipamentos de controle de velocidade instalados nas rodovias do estado (GOMES, 2004).

3.3. OUTROS PAÍSES

No ano de 1997, a Federal Highway Administration (FHWA), desenvolveu um estudo que tinha como objetivo analisar os programas de contagem em alguns países europeus, denominado *Highway Performance Monitoring System* (Sistema de Monitoramento do Desempenho do Tráfego). Com base no trabalho desenvolvido, a seguir são apresentadas de forma geral as informações sobre esses países, tendo sempre como foco a forma de localização dos postos permanentes.

Vale ressaltar a grande diferença existente entre a realidade desses países e a brasileira, onde as restrições de recursos são menores nos países europeus, possibilitando assim um número maior de contadores. Ainda, nesses há uma grande gama de informações históricas sobre as rodovias, informações essas que são raras no Brasil.

3.3.1. Alemanha

Na Alemanha, o programa de contagem conta com a instalação de aproximadamente 1128 contadores, localizados em trechos escolhidos com base na propensão à acidentes (FHWA, 1997). Sendo assim, foram estipulados quatro classes com base no nível incidência de acidentes, onde nas rodovias que possuem maiores números, há mais contadores, conforme mostra a Tabela 8 - .

Nível de incidência de acidentes	Contadores de tráfego
Alta	1 unidade por km
Moderadamente alta	1 unidade a cada 3 km
Moderadamente baixa	1 unidade a cada 6 km
Baixa	1 unidade a cada 18 km

Tabela 8 - Número de contadores de tráfego por nível de incidência de acidentes na Alemanha

Fonte: LABTRANS (1) (2008)

Além do programa de contagem, o país conta com equipamentos de ITS instalados ao longo de rodovias, que também servem para registrar o tráfego passante, e um programa de contagem organizado pelas Nações Unidas, com coleta manual de dados. Nessa última, a escolha dos trechos é baseada principalmente no próprio volume de tráfego, sendo que a frequência e duração das contagens são apresentadas na Tabela 9 - .

	<i>Postos de contagens</i>		<i>Postos de contagens adicionais</i>
	<i>Rodovias com VMDa > 5.000 veículos/dia</i>	<i>Rodovias com VMDa ≤ 5.000 veículos/dia</i>	
<i>Tipos de contagem</i>	Contagens direcionais	Contagens não direcionais	Contagens direcionais
<i>Dias da semana que são realizadas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 2 dias úteis • 2 sextas-feiras • 2 domingos • 2 feriados na semana 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 dias úteis • 2 domingos • 2 feriados na semana 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 dias úteis • 2 sextas-feiras • 2 domingos • 2 feriados na semana
<i>Horas do dia no qual são realizadas</i>	15:00 h – 19:00 h (Adicionalmente, em dias úteis: 7:00 h – 9:00 h)	15:00 h – 19:00 h	06:00 h – 22:00 h
<i>Número total de contagens e horas anuais</i>	8 contagens (36 horas anuais)	6 contagens (24 horas anuais)	8 contagens (128 horas anuais)

Tabela 9 - Frequência e duração das contagens manuais realizadas pelas Nações Unidas na Alemanha

Fonte: LABTRANS (1) (2008)

Ainda, há a coleta de dados através dos semáforos, no qual as autoridades locais são responsáveis por organizar, coletar e repassar essas informações para os órgãos federais, que também utilizam as estatísticas geradas no planejamento da rede viária.

3.3.2. França

Na França, há 1200 postos de coletas permanentes que geram dados que são repassados para as administrações federais. Esses dados são utilizados principalmente em três estudos: índice da evolução do tráfego nacional, recenseamento permanente do tráfego e estudo da composição do tráfego nacional. São realizadas ainda contagens semanais que ocorrem quatro vezes a cada dois anos, sendo que esses dados são também expandidos para o VMDa através

da relação com as curvas dos postos de contagem permanente (FHWA, 1997).

3.3.3. Holanda

Na Holanda há três sistemas de contagem: semáforos (aproximadamente 400 locais), postos de contagem permanente (110 locais) e postos de contagem sazonais (em média 300 locais). Esses trechos são localizados em áreas rurais, sem qualquer interação com trechos urbanos, sendo que para esses são realizadas coletas somente se houver necessidade (FHWA, 1997).

O foco principal de esforços para coleta de dados na Holanda é obter estimativas para o volume de VMDa de todas as seções do sistema de rodovias nacional e prover informações sobre distribuição temporal e composição de classificação de veículo (LABTRANS (1), 2008, p. 91).

Há três níveis de coletas de dados na Inglaterra, sendo que cada um deles é conduzido por uma instituição: *Central Transport Group* – CTG, *Transport Research Laboratory* – TRL e escritórios regionais e/ou municipais. O CTG conta com a instalação de 130 equipamentos de coleta permanente e a coleta sazonal ocorre em 12.000 trechos de rodovias principais e em 1.500 trechos localizados em rodovias secundárias, sendo que as contagens têm duração de 12 horas. O TRL por outro lado coleta informações apenas em rodovias urbanas através da sinalização semafórica. Os escritórios regionais possuem tanto postos de coletas permanentes quanto sazonais, sendo que cada um tem autoridade para determinar a sua própria metodologia (LABTRANS (1), 2008).

3.3.4. Suíça

Na Suíça, os dados de tráfego são coletados tanto pelo governo nacional, quanto pelos cantões (conjunto de municípios) e municípios. Em relação à rede nacional, o governo dispõe de 200 locais com contagem permanente, e ainda participa de um programa de contagem realizado pela União Européia que coleta dados a cada cinco anos em 470 locais. Os cantões têm total autonomia para a definição das formas e metodologia para coleta de dados. Em Zurick, há 22 contadores permanentes e 248 trechos com contagens sazonais,

onde esses trechos são classificados nos seis grupos seguintes (FHWA, 1997):

- Tráfego de longa distância;
- Tráfego de longa distância em rodovias concedidas;
- Tráfego em rodovias concedidas;
- Tráfego local;
- Tráfego regional;
- Tráfego recreacional.

Os fatores de ajuste para cada categoria são obtidos a partir de uma combinação dos dispositivos permanentes do cantão e do levantamento de dados do departamento federal de rodovias. O cantão complementa o levantamento de dados descrito acima com uma variedade de estudos com finalidades especiais, contagens para projeto e previsões do fluxo de tráfego a partir de seu sistema de modelagem urbana. Os dados obtidos com o programa de contagem são usados para calibrar e validar os modelos urbanos de tráfego, que são usados para prever estimativas de tráfego e para expandi-las a outras rodovias e outros períodos.

Existe uma forte relação de complementação dos dados coletados pela rede nacional e pelos cantões, onde os dados compartilhados entre eles podem servir para auxiliar no processo de expansão dos dados.

Após a descrição dos principais conceitos sobre o referido assunto, e a descrição breve das experiências em contagens de tráfego, faz-se necessário o conhecimento das técnicas estatísticas multivariadas de agrupamentos para que seja possível atender os objetivos do trabalho. A descrição desta está exposta no próximo capítulo.

4. ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS

A análise de agrupamentos é parte integrante de técnicas estáticas multivariadas, e serão utilizadas como ferramentas para a metodologia proposta no trabalho, por isso este capítulo tem por finalidade descrever tais análises.

Procedimentos de análise exploratória de dados vêm sendo utilizados para ajudar a entender a natureza de relações multivariadas. Em várias áreas da ciência a classificação de dados é essencial para analisar e entender as especificações dos elementos. De acordo com Kaufman e Rousseeuw (2005), no século XIX diversos estudos utilizando classificações foram realizados em diversas áreas da ciência. Linnaeus e Sauvages realizaram uma classificação extensiva de animais, plantas minerais e doenças. Em astronomia, Hertzsprung e Russell classificaram estrelas em várias categorias de acordo com duas variáveis: a intensidade da luz e a temperatura da superfície. Nas ciências sociais, frequentemente são realizadas classificações de pessoas de acordo com suas preferências e comportamentos. Em marketing, muitas vezes são utilizadas para identificar segmentos de mercados e grupos de consumidores com necessidades similares.

Dentro deste contexto, podem ser citadas as técnicas de agrupamento, que são técnicas multivariadas que tem como objetivo principal agrupar objetos homogêneos em classes. Essa homogeneidade é dada de acordo com alguma medida de similaridade estabelecida, que deve ser calculada levando em consideração todas as variáveis que descrevem os objetos. A idéia básica é de maximizar a homogeneidade entre os elementos de cada grupo ao mesmo tempo em que também maximiza a heterogeneidade entre os elementos de grupos distintos (HAIR et. al, 2005).

De acordo com Johnson e Wichern (1982), as técnicas de agrupamento podem apresentar informações a respeito da avaliação de dimensionalidade, identificação de *outliers* e para a sugestão de hipóteses a cerca das relações entre as variáveis ou os objetos. Embora haja cada vez tecnologias mais avançadas, tanto em relação a computadores como softwares, muitas vezes torna-se inviável testar todas as possibilidades de agrupamento, visto que geralmente o número de objetos analisados é consideravelmente grande. Por esse motivo, existe na literatura alguns algoritmos com o intuito de

identificar razoáveis grupos que levam em consideração as características dos elementos.

Independente do tipo de algoritmo utilizado, todos devem possuir uma matriz com as medidas de similaridade entre todos os pares de objetos, pois é através desta matriz que o algoritmo criará os agrupamentos. Hair et. al (2005) apresenta três medidas comumente utilizadas: medidas correlacionais, de distância e de associação.

As medidas correlacionais se baseiam no coeficiente de correlação, onde não é levada em consideração a magnitude das variáveis, mas sim os padrões de variação. Dessa forma, altos valores de similaridade indicam alta correlação, enquanto que baixos valores indicam a falta da mesma. De acordo com Barbetta (2006), para “medir” a correlação entre duas variáveis x e y , pode ser utilizada a correlação de Pearson dada pela Equação 4.1.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i' \times y_i')}{n-1} \quad (4.1)$$

em que:

$$x_i' = \frac{x_i - \bar{X}}{S_x} \text{ e } y_i' = \frac{y_i - \bar{Y}}{S_y};$$

r = coeficiente de Pearson;

n = número de dimensões de x e y ;

x_i = componentes de x ;

y_i = componentes de y ;

\bar{X} = média aritmética dos componentes da variável x (x_i 's com $i = 1, \dots, n$);

\bar{Y} = média aritmética dos componentes da variável y (y_i 's com $i = 1, \dots, n$);

S_x = desvio padrão de x ;

S_y = desvio padrão de y .

As medidas de distância, por sua vez, focam na magnitude das variáveis. Geralmente são as mais utilizáveis e conhecidas formas de se medir o grau de similaridade de variáveis. Neste caso, quanto

maior for a distância encontrada, menor é o grau de similaridade. Existem diversas medidas de distância, sendo que a mais usual é a medida euclidiana, que é dada por Hair et. al (2005) pela Equação 4.2.

$$d_{xy} = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2} \quad (4.2)$$

em que:

d_{xy} = distância euclidiana entre x e y ;

$x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$

$y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$

Já as medidas de associação são utilizadas para medir dados não métricos, ou seja, dados que não podem ser medidos, como os dados qualitativos. Por exemplo, respostas de um questionário (sim ou não; idade; número de filhos, etc.). Geralmente nesse caso, são calculados os percentuais de cada tipo de resposta para então ser realizada a análise da similaridade.

A partir da definição da forma de cálculo da matriz de similaridade, é preciso determinar a técnica de agrupamento que será utilizada. Para tanto, essas podem ser classificadas em dois grupos: métodos hierárquicos e métodos não-hierárquicos. Os métodos hierárquicos envolvem combinações ou divisões dos elementos em grupos, enquanto que nos métodos não-hierárquicos são utilizadas sementes de agrupamento¹ para iniciar o processo e assim, reunir os elementos que estão dentro de uma distância pré-estabelecida. Os itens seguintes apresentam de forma mais detalhada esses métodos e suas ramificações.

4.1. MÉTODOS HIERÁRQUICOS

Conforme já comentado, os métodos hierárquicos trabalham com uma série de sucessivas fusões ou sucessivas divisões, onde as primeiras são chamadas de técnicas hierárquicas aglomerativas e as segundas, técnicas hierárquicas divisivas. Para este tipo de método, não há a necessidade do número de classes ser previamente estabelecido (VALE, 2005). Os procedimentos para a utilização de cada um desses métodos são apresentados nos tópicos seguintes.

¹ Centróides iniciais ou pontos de partida estabelecidos pelo usuário.

4.1.1. Aglomerativos

Os métodos hierárquicos aglomerativos iniciam considerando cada objeto em uma classe individual, e a cada interação os objetos mais similares são agrupados até formar apenas um grupo que contem todos os objetos, conforme mostra a Figura 17 - .

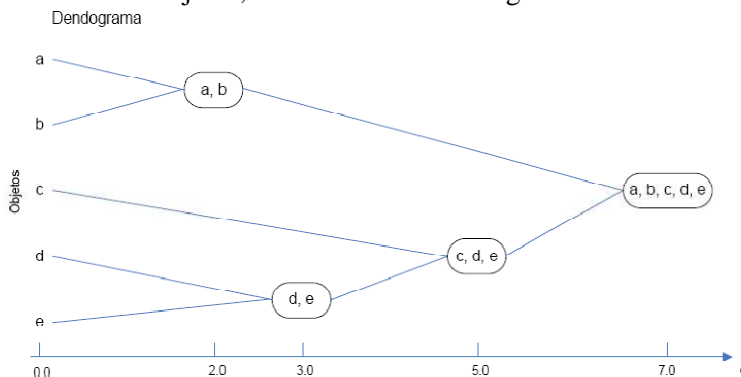


Figura 17 - Esquematziação dos métodos aglomerativos

Fonte: VALE (2005)

De acordo com Vale (2005), esse método é o mais popular, mas apresenta algumas desvantagens, a saber:

- Devido ao grande tamanho da matriz de similaridades, o tempo de processamento e o espaço de memória poderão ser relativamente grandes;
- Os agrupamentos não podem ser corrigidos a cada interação, isto é, a união de dois agrupamentos feita na primeira interação, por exemplo, permanecerá até o final do algoritmo.

Johnson e Wichern (1982) apresentam os seguintes passos para a realização de agrupamentos através do método aglomerativo:

- 1º passo) Iniciar a análise com N grupos, sendo que cada um dos grupos possui apenas um elemento e uma matriz simétrica de ordem $N \times N$ das distâncias (ou similaridades) entre cada par de objetos ($D = \{d_{ij}\}$).
- 2º passo) Encontrar na matriz a menor distância (ou maior similaridade) entre os pares de grupos. Defina a

distância entre os dois pares mais próximos (U e V) como d_{UV} .

- 3º passo) Unir as classes U e V e marcar o grupo formado UV. Atualizar a matriz de distância excluindo as linhas e colunas correspondentes às classes unitárias U e V e acrescentando uma linha e uma coluna com a distância do grupo formado UV com os demais elementos da matriz.

- 4º passo) Repetir as etapas 2 e 3 até um total de $N - 1$ interações, lembrando que o algoritmo termina quando todos os elementos se encontram em apenas um grupo.

No terceiro passo do procedimento, há a necessidade de se calcular a distância entre os próprios grupos formados, ou entre elementos e agrupamentos. Para isso, de acordo com HAIR et. al. (2005), existem cinco formas mais populares, que são:

- Ligação Individual: também chamado de abordagem do vizinho mais próximo, esse algoritmo tem como premissa adotar a menor distância entre todos os elementos dos grupos analisados. A Figura 18 - mostra de forma gráfica esse algoritmo e a Equação 4.3 a apresenta matematicamente.

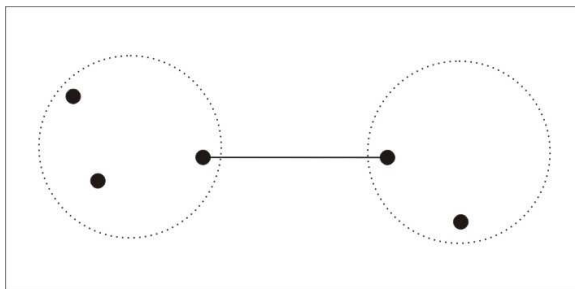


Figura 18 - Exemplo de ligação individual

$$d_{(UV)i} = \min \{d_{Ui}, d_{Vi}\} \quad (3.3)$$

- Ligação Completa: esse método é, basicamente, o oposto da ligação individual, já que trabalha com a distância máxima. Também conhecido como abordagem do vizinho mais distante ou método do diâmetro, a ligação completa permite determinar o menor diâmetro

(que é a própria distância máxima entre os elementos) da esfera que engloba todos os objetos dos dois grupos (ver Equação 4.4 e Figura 19 -).

$$d_{(UV)_i} = \text{máx} \{d_{U_i}, d_{V_i}\} \quad (4.4)$$

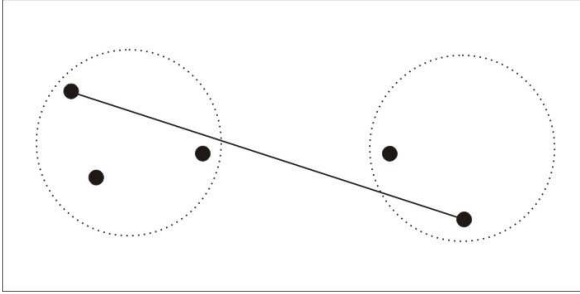


Figura 19 - Exemplo de ligação completa

• **Ligação Média:** Neste caso, a distância é obtida através das médias de todas as distâncias entre os pontos. É o método entre a ligação individual e a completa (ver Equação 4.5 e Figura 20 -).

$$d_{(UV)_i} = \text{média} \{d_{U_i}, d_{V_i}\} \quad (4.5)$$

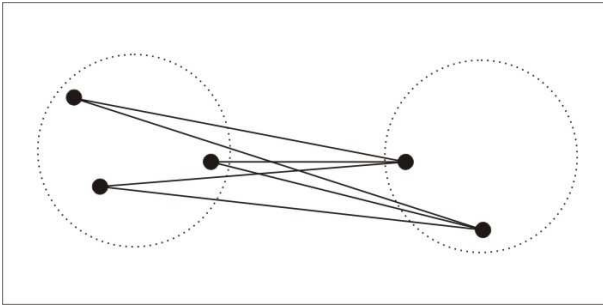


Figura 20 - Exemplo de ligação média

• **Método do centróide:** neste método, a distância entre duas classes é dada pela distância geralmente euclidiana (quadrada ou simples) entre os centróides de cada grupo, sendo esse entendido como o valor médio das observações. Assim (Equação 4.6):

$$d_{(UV)i} = d\{C_{UV}, i\} \quad (4.6)$$

em que:

$d\{C_{UV}, i\}$ = distância entre o centróide do grupo formado por U e V (CUV) e o elemento i;

$$C_{UV} = (\bar{x}, \bar{y}) = \left(\frac{x_U + x_V}{2}, \frac{y_U + y_V}{2} \right).$$

• Método de Ward: No método de Ward, a distância é dada pela soma dos quadrados internos sobre as variáveis, sendo que a premissa básica é minimizar os erros quadráticos médios de cada agrupamento (HAIR et. al, 2005). De acordo com Viana (2004) apud Vale (2005) esse método apresenta as seguintes características:

- Apresenta bons resultados, independente da forma de distância escolhida, embora possa apresentar resultados não tão satisfatórios se o número de elementos em cada grupo for parecido;
- Geralmente forma agrupamentos com poucos elementos;
- É sensível se há presença de *outliers*;

4.1.2. Divisivos

Os métodos divisivos seguem na direção oposta aos métodos aglomerativos, isto é, enquanto que esses últimos partem de classes individuais e vão unindo os elementos em cada etapa até formar apenas uma classe com todos os elementos, os divisivos partem de apenas um agrupamento contendo todos os elementos e a cada interação vão surgindo novas classes até que se possuam classes de objetos individuais, conforme mostra a Figura 21 - .

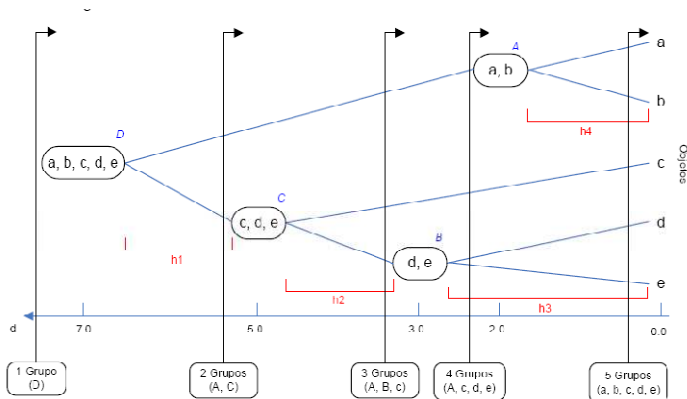


Figura 21 - Esquematisação dos métodos divisivos

Fonte: VALE (2005)

Neste contexto, na primeira etapa do algoritmo todas as divisões possíveis com dois agrupamentos são testadas e a melhor alternativa é apresentada. Por esta razão, os métodos divisivos são menos comuns na literatura, uma vez que requer maior exigência computacional que os métodos aglomerativos (VALE, 2005).

4.2. MÉTODOS NÃO-HIERÁRQUICOS

Ao contrário dos métodos hierárquicos, os não-hierárquicos não trabalham com o agrupamento em árvores. Basicamente, é estipulado um número de agrupamentos e a melhor solução para esta configuração é apresentada. O método mais conhecido e utilizado é o algoritmo K-médias (ou *K-means*):

“*K-means* é uma técnica que usa o algoritmo de agrupamento de dados por K-médias (*K-means clustering*). O objetivo deste algoritmo é encontrar a melhor divisão de P dados em K grupos C_i , $i = 1, \dots, K$, de maneira que a distância total entre os dados de um grupo e o seu respectivo centro, somada por todos os grupos, seja minimizada.” (PIMENTEL et. al (2009), p. 3)

Vinhas et. al. (2009) apresenta o seguinte procedimento para a realização deste algoritmo:

- 1) Seleciona-se inicialmente k grupos e k centróides de acordo com algum critério estabelecido (podendo ser os k centróides aleatórios);
- 2) Calcula-se a distância entre cada objeto e os centróides de cada grupo formado;
- 3) Aloca-se cada objeto com o centróide cuja distância seja menor;
- 4) Recalcula-se os centróides de cada grupo;
- 5) Repete-se os passos 2 a 4 até que não ocorram mais nenhuma mudança de elementos entre grupos ou até que convirja para algum critério pré-estabelecido.

O principal ponto positivo desse método é que os elementos podem ser redesignados para outros grupos após cada etapa, ao contrário dos métodos hierárquicos, criando assim maiores possibilidades de um melhor agrupamento final. Embora esse seja um ponto positivo dos métodos não-hierárquicos, eles não são largamente utilizados, sendo que a maioria dos softwares que trabalham com agrupamentos possuem ferramentas de métodos hierárquicos, somente. Isso é decorrente da dificuldade para determinar o número de agrupamentos que melhor se adéqua à situação.

5. METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE GRUPOS DE CURVAS DE TRÁFEGO

Este item tem como principal objetivo descrever uma metodologia para identificar trechos homogêneos de rodovias que possuem variação de tráfego semelhante, com o intuito de possibilitar a estimativa de dados através dos fatores de expansão, melhorando a utilização dos recursos das entidades governamentais responsáveis pelos programas de contagens. Vale salientar que para a utilização dessa metodologia, deverá haver uma amostra considerável de volume contínuo de tráfego, para que seja possível a identificação de agrupamentos com a mesma curva de tráfego.

5.1. METODOLOGIA PROPOSTA

Antes de se iniciar a identificação de grupos de tráfego através da metodologia desenvolvida, algumas considerações devem ser analisadas. Conforme já comentado, existem três tipos de curvas de tráfego: a que varia ao longo do dia, a que varia ao longo da semana e a variação ao longo do ano. Cada trecho de uma rodovia possui essas três curvas, sendo que ainda podem ser considerados outros desdobramentos, como por exemplo, doze curvas de variação semanal (uma para cada mês do ano).

Dentro deste contexto, entende-se que um trecho A pode ter a mesma curva de variação semanal que um trecho B, mas uma curva de variação diária diferente. Muitas vezes a análise de todas as situações possíveis acaba por tornar a análise demasiadamente complexa, e conseqüentemente cara. No entanto, dependendo da finalidade de se possuir dados de tráfego, ela se mostrará necessária.

Sendo assim, antes de iniciar a metodologia, os desenvolvedores deverão definir qual será o espaço temporal de análise. Como exemplo, se o estudo foca apenas trechos em áreas rurais, a variação horária não tem grande interferência, pois geralmente não existem horários que apresentam um movimento muito mais intenso em relação a outros, como é o caso de trechos localizados em áreas metropolitanas.

Após essa definição, inicia-se o processo de identificação dos grupos de curvas de tráfego, que é exposto de forma esquemática na Figura 22 - e descrito brevemente nos próximos itens.

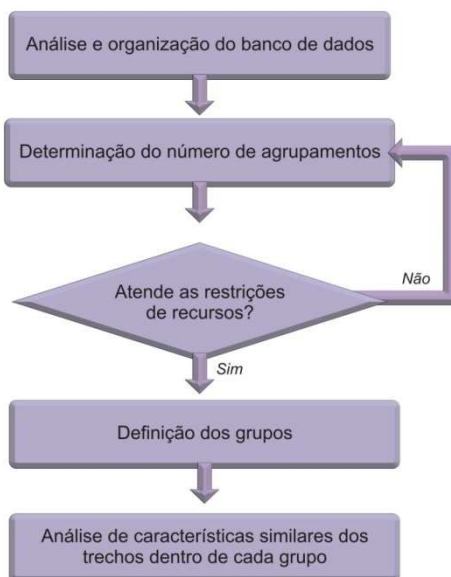


Figura 22 - Esquema da metodologia para determinação das curvas de tráfego

De acordo com o fluxograma (Figura 22), primeiramente deverá ser analisado e organizado o banco de dados disponível, para então, através de análise estatística, determinar o número de agrupamentos, tendo como critério de escolha o nível de similaridade, a distância entre os elementos de cada grupo ou análise do erro. Após esta análise deve ser verificada se a restrição de recursos é atendida. Caso seja, parte-se para a análise das características similares dos trechos dentro de cada grupo.

5.1.1. Análise e organização do banco de dados

A primeira etapa do desenvolvimento da metodologia refere-se à organização do banco de dados que será utilizado para identificar os diversos grupos homogêneos. Para esta análise, os dados utilizados são alfanuméricos e referem-se à movimentação de veículos em segmentos homogêneos. Essa movimentação pode ser dada por hora, dia ou mês, ou ainda uma junção de períodos, como hora e dia, dia e mês, hora, dia e mês, entre outros, dependendo da

análise que será realizada, conforme já comentado. Se o estudo for referente a mais de um período, a forma de desenvolvimento da metodologia permanece a mesma, sendo que os dados são analisados ao mesmo tempo.

Poderá ser necessária a transformação de dados de forma a eliminar a magnitude, uma vez que o foco principal nesse caso é a variação do volume de tráfego e não propriamente o seu valor nominal. Sugere-se então, que se utilize a representatividade de cada período em relação ao todo, como descreve a Equação 5.1:

$$\overline{x_i} = \frac{x_i}{\sum x_i} \quad (5.1)$$

em que:

i = Período analisado;

x_i = movimentação de veículos no trecho em questão no período i ;

$\overline{x_i}$ = representatividade da movimentação de veículos no período i em relação ao período total.

Vale ressaltar que se a análise for de mais de um espaço temporal, o cálculo da representatividade deverá ser dado para cada um dos períodos analisados individualmente. Como exemplo, se a análise for da variação horária e também da semanal, deverão ser realizados dois cálculos: o primeiro relativo à representatividade da movimentação para cada hora do dia e o segundo, a representatividade para cada dia da semana.

5.1.2. Determinação do número de agrupamentos

A definição do número de agrupamentos dependerá exclusivamente dos desenvolvedores do plano de contagem, e neste tópico serão apresentadas algumas formas de auxiliar essa decisão, de forma que o número de grupos seja o menor possível, mas que represente a maior malha possível. Sendo assim, num primeiro momento deverá ser desenvolvido o método hierárquico de agrupamento, onde o mesmo apresentará medidas de distância e de similaridade para a formação 1 até k grupos, sendo k o número de observações analisadas. Essas medidas servirão de auxílio para identificar os pontos iniciais da análise, uma vez que a mesma será baseada no erro das estimativas.

Dessa forma, para auxiliar a determinação do número de grupos realiza-se uma análise através da diferença da similaridade entre k e $k-1$ grupos, onde todos os k 's que apresentam essa diferença acima da média são identificados como pontos iniciais da análise. Vale salientar que a escolha da análise sobre a diferença do grau de similaridade de k para o seu subsequente se deu em função que, de acordo com Hair et al (2005), a determinação do número de agrupamentos geralmente é definida quando valores de distância ou similaridade entre etapas dão saltos repentinos.

Com base nessa informação, deverão ser testados os agrupamentos (sendo pontos iniciais os mencionados no parágrafo anterior), verificando se os mesmos atendem aos requisitos impostos pelos desenvolvedores do plano de contagem. Para o desenvolvimento deste trabalho, é utilizado como ponto de parada o menor número de agrupamentos que atenda o grau de estimativa “A” apresentado na Tabela 10 - . Vale ressaltar que a escolha do nível de precisão, bem como do ponto de parada fica a cargo dos desenvolvedores do trabalho, com base nas suas limitações, se elas existirem.

Nível de precisão	90% de probabilidade de o erro não ultrapassar	Interpretação de estimativa
A	5%	Excelente
B	5% a 10%	Satisfatória para todas as necessidades normais
C	10% a 25%	Suficiente com estimativa grosseira
D	25% a 50%	Insatisfatória
E	Mais de 50%	Inútil

Tabela 10 - Qualidade das estimativas de contagem

Fonte: ROAD RESEARCH LABORATORY (1965) *apud* DNIT (2006)

Na Tabela 10 - , o grau de estimativa é dado pelo percentual de variação do erro. Neste contexto, o erro é dado através da Equação 5.2.

$$E_{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n E_{i\alpha}}{n} = \frac{\sum \frac{VE_{i\alpha}}{VO_{i\alpha}}}{n} \quad (5.2)$$

em que:

E_{α} = Erro médio do trecho α ;

$E_{i\alpha}$ = Erro da estimativa do período i do trecho α ;

$VE_{i\alpha}$ = Volume estimado de veículos do trecho α no período i ;

$VO_{i\alpha}$ = Volume observado no período i do trecho α .

Dessa forma, se o resultado dos erros médios apresentarem folga, ou seja, mais de 90% possuírem até 5% de erro, o número de agrupamentos poderá ser diminuído, ou vice-versa. Após a escolha do número de grupos, deve ser verificado se a mesma atende as limitações (se elas existirem) impostas pelos desenvolvedores do programa, que poderão ser:

- Limitação de recursos: o programa pode ter um número máximo de contadores disponíveis para a utilização. Dessa forma, se esse número for menor do que o estipulado, uma nova análise deverá ser realizada para diminuir esse número. Vale salientar que nesse caso, o grau de confiança com as estimativas será menor, e deve ser feito uma análise para verificar se isso não comprometerá os resultados.
- Limite mínimo de grau de similaridade: os desenvolvedores podem estipular um grau mínimo de similaridade. Neste caso, a única possibilidade é que o número de contadores estipulados resulte num grau de similaridade menor, e tenha que ser acrescido novos grupos, embora essa possibilidade seja remota, uma vez que o critério para determinação do número de grupos (90% tem até 5% de erro) apresente quase que sempre, níveis de similaridade elevados.
- Limite máximo de distância: idéia análoga à do grau de similaridade, com a única diferença que para a distância, a idéia é de que quanto menor ela for, melhor é o agrupamento.

Se os resultados não estiverem dentro dos padrões de limitação, novos testes deverão ser realizados de forma a adequar os mesmos, até que se encontre o número de agrupamentos que satisfaça todas as condições. Após a determinação do número e dos próprios agrupamentos, deverá ser realizada a próxima fase, no qual busca identificar a existência ou não de características semelhantes entre os trechos pertencentes aos mesmos grupos.

5.1.3. Identificação das características dos agrupamentos

Nesta etapa da metodologia, poderão ser levantadas características comuns aos trechos dentro do mesmo grupo. Essa parte do trabalho pode servir para identificar trechos no qual não se possuam dados de contagem aos grupos com as mesmas características. É claro que o ideal é realizar o agrupamento de todos os trechos com base em dados observados, mas conforme já comentado, nem sempre isso é possível e dessa forma, pode-se realizar a identificação dessas similaridades.

Essa tarefa nem sempre é fácil, pois o tráfego pode variar também em função de características regionais e até culturais, que são de difícil mensuração. Em contrapartida, o conhecimento empírico dos desenvolvedores do programa pode ser de grande valia para detectar e mensurar as características do tráfego em cada um dos segmentos.

Neste contexto, é interessante realizar-se uma análise para identificar as características dentro de cada agrupamento, relacionando os picos, os menores dias de movimentação, bem como a análise de como a movimentação de veículos se comporta ao longo do período analisado.

5.2. EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO

Neste item é apresentado um exemplo de aplicação da metodologia exposta. Neste exemplo são analisadas as curvas de variação ao longo da semana de 125 trechos homogêneos de rodovias do estado de Santa Catarina, cuja localização é mostrada na Figura 23 - .

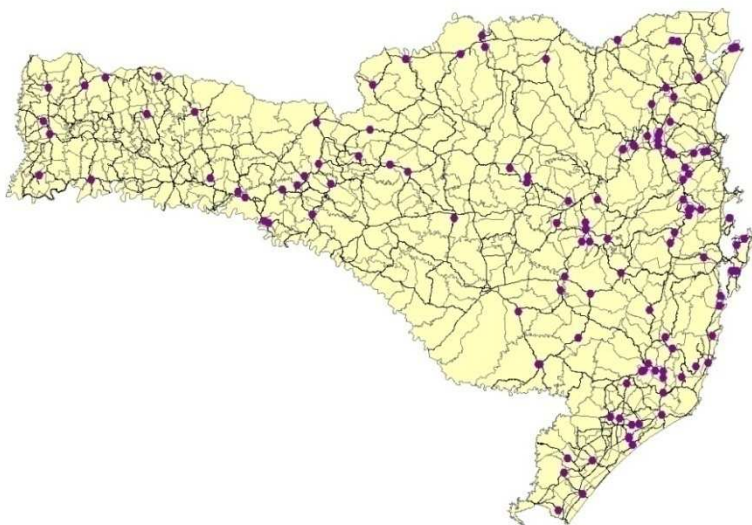


Figura 23 - Localização dos 125 trechos analisados

Sendo assim, os próximos itens mostram as etapas de desenvolvimento do trabalho.

5.2.1. Organização do banco de dados

O banco de dados compreende a variação do tráfego ao longo da semana para o mês de abril de 2006, de 125 trechos homogêneos de rodovias do estado de Santa Catarina, conforme já comentado. A escolha desse período se deu pelo maior número de observações disponíveis para a realização do trabalho. Com o intuito de eliminar a magnitude da variável, decidiu-se por utilizar a representatividade de cada dia em relação à semana, através da Equação 6.1.

$$R_{i\alpha} = \frac{V_{i\alpha}}{VS_{i\alpha}} \quad (5.1)$$

em que:

$R_{i\alpha}$ = Representatividade da movimentação no dia i do trecho

α ;

i = Dia da semana ($i = 1, \dots, 7$ = segunda, terça, ..., domingo);

α = Trecho analisado ($\alpha = 1, 2, \dots, 125$);

$V_{i\alpha}$ = Volume de veículos do trecho α no dia i ;

$VS_{i\alpha}$ = Volume semanal de veículos do trecho α no dia i .

5.2.2. Análise de agrupamento através de métodos hierárquico e não-hierárquico

Através da utilização do software MINITAB 15.1.1 realizou-se a análise de agrupamento através de uma junção dos métodos hierárquico e não-hierárquico com o objetivo de se analisar e determinar os possíveis números de agrupamentos, sendo que se assume que para este caso não há nenhuma espécie de restrição associada. As Figuras 24 - 27 apresentam os resultados relacionando o número de grupos com o nível de similaridade e distância.

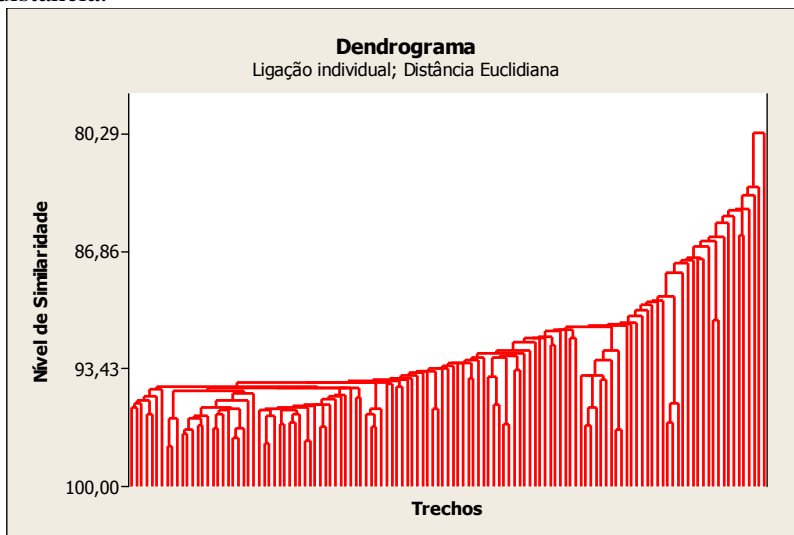


Figura 24 - Dendrograma do agrupamento hierárquico

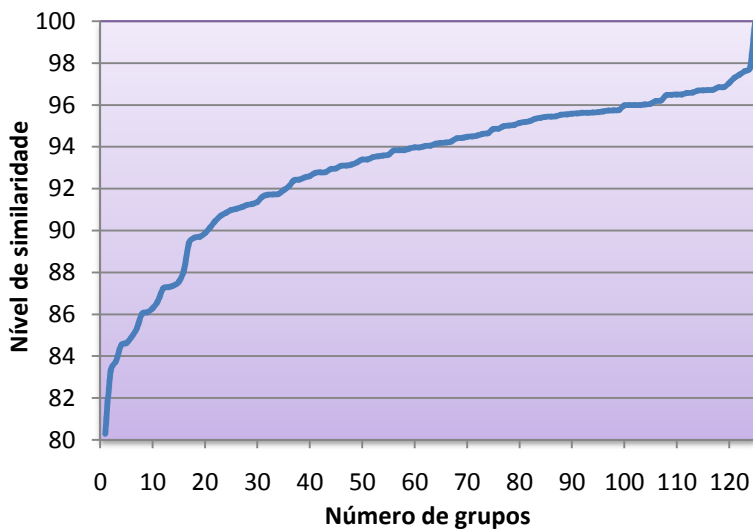


Figura 25 - Nível de similaridade por número de grupos

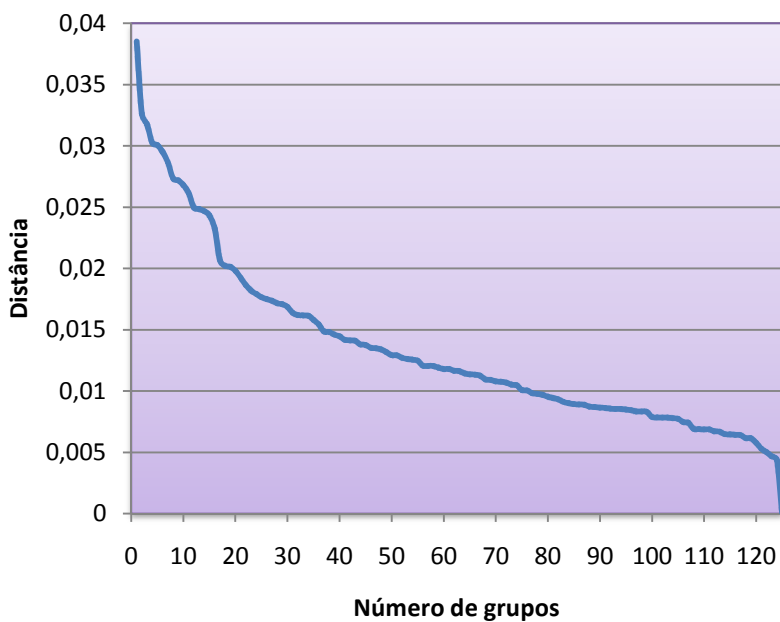


Figura 26 - Distância por número de grupos

Para auxiliar a determinação do número de grupos, realizou-se uma análise estatística através da diferença de similaridade entre k e $k+1$ grupos, onde calculou-se a média e os pontos que se apresentaram maiores que a mesma foram identificados como pontos iniciais da análise. Sendo assim, a Figura 27 - mostra que a maior parte das observações está abaixo da média (linha pontilhada), o que acarreta uma diminuição do trabalho de identificar o número de grupos, uma vez que restringe as possibilidades.

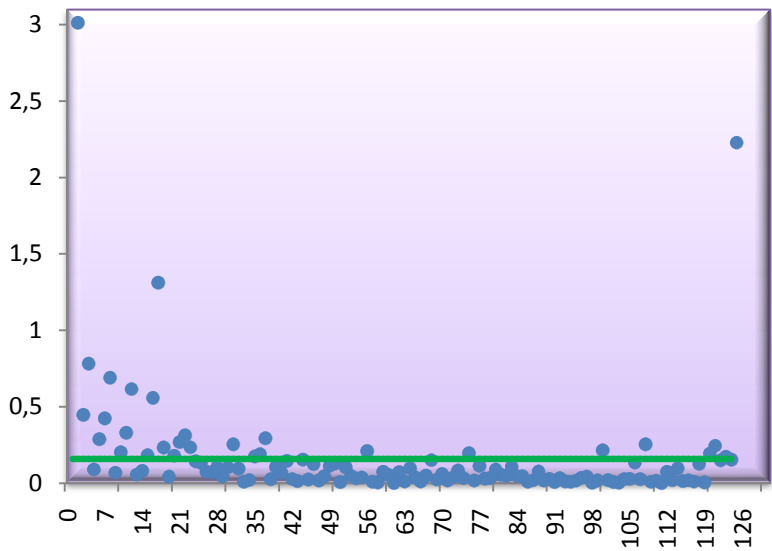


Figura 27 - Distância entre a similaridade de k e $k+1$ grupos

Sendo assim, identificou-se 29 pontos iniciais para a análise do número ideal de agrupamentos, que são mostrados na Tabela 11 -

Número de grupos	Similaridade	Número de grupos	Similaridade
125	100,0000	20	89,8797
123	97,6179	18	89,6568
121	97,2945	17	89,4238

120	97,0498	16	88,1117
108	96,4680	15	87,5534
100	95,9718	12	87,2333
75	94,8461	11	86,6183
56	93,8278	10	86,2890
37	92,4038	8	86,0171
36	92,1093	7	85,3280
35	91,9193	6	84,9049
31	91,6200	4	84,5272
23	90,6968	3	83,7456
22	90,4623	2	83,2991
21	90,1489		

Tabela 11 - Número de grupos com distância entre k e $k+1$ acima da média

A partir desse quadro de possibilidades, decidiu-se iniciar o estudo analisando $k=56$. Essa escolha foi arbitrária e se deu por esse número compor a Tabela 11 - e por ele se aproximar da metade da amostra. Vale salientar que se estabeleceu que o número ideal de contadores é o menor número que satisfaça o seguinte critério: 90% das observações devem ter até 5% de erro. Sendo assim, através do software MINITAB 15.1.1 foi realizada a análise não-hierárquica de agrupamento, estabelecendo 56 grupos.

Partiu-se então para a análise do grau de confiança do agrupamento através do erro da estimativa. Para tanto, para cada um dos 56 grupos foi calculada a curva média de variação semanal, através da média aritmética da representatividade por dia dos trechos pertencentes a cada grupo, conforme mostra a Equação 5.2.

$$\overline{x_{ik}} = \frac{\sum_{\alpha=1}^{n_k} x_{i\alpha}}{n_k} \quad (5.2)$$

em que:

$\overline{x_{ik}}$ = Representatividade média do dia i do grupo k ;

$x_{i\alpha}$ = Representatividade média do dia i do trecho α ;

i = Dia da semana ($i = 1, \dots, 7$ = segunda, terça, ..., domingo);

k = Grupo (neste caso, $k = 1, \dots, 56$);

α = trechos pertencentes ao grupo analisado ($\alpha \in k$);

n_k = número de trechos no grupo k .

A partir da definição da curva média de representatividade por grupo, determinou-se o volume total de movimentação da semana por trecho, levando em consideração o volume da segunda-feira como o observado (volume real), ou seja (Equação 5.3):

$$VES_{\alpha} = \frac{VO_{seg\alpha}}{x_{1k}} \quad (5.3)$$

em que:

VES_{α} = volume estimado semanal do trecho α ($\alpha \in k$);

$VO_{seg\alpha}$ = volume observado da segunda-feira do trecho α ;

x_{1k} = representatividade média da segunda-feira do grupo k .

A escolha da segunda-feira foi aleatória, sendo que poderia ser escolhido qualquer outro dia da semana para a realização da análise. Na prática, a escolha do dia vai variar conforme for a disposição dos aparelhos para a contagem. Sendo assim, com o valor estimado do volume semanal e a partir das representatividades médias, o volume diário de cada trecho foi calculado, através da Equação 5.4.

$$VE_{i\alpha} = VES_{\alpha} \times \overline{x_{1k}} \quad (5.4)$$

em que:

$VE_{i\alpha}$ = Volume estimado de veículos do trecho α no dia i ;

VES_{α} = volume estimado semanal do trecho α ;

Após a determinação da estimativa do volume diário de cada trecho analisado foi possível compará-lo com o valor observado, o que resultou em 95,20% das observações com erro médio de até 5%, o que possibilita realizar uma nova análise, diminuindo o número de agrupamentos. Vale ressaltar que o erro médio mencionado foi calculado conforme mostra a Equação 5.5.

$$E_{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^7 E_{i\alpha}}{7} \quad (5.5)$$

em que:

$$E_{i\alpha} = \frac{VE_{i\alpha}}{VO_{i\alpha}} = \text{Erro da estimativa do dia } i \text{ do trecho } \alpha ;$$

E_{α} = Erro médio do trecho α ;

$VE_{i\alpha}$ = Volume estimado de veículos do trecho α no dia i ;

$VO_{i\alpha}$ = volume observado no dia i do trecho α .

Sendo assim, partiu-se para a próxima possibilidade: 37 grupos, utilizando-se a mesma metodologia apresentada, o que resultou em 90,40% das observações com até 5% de erro. Mesmo com o objetivo praticamente atingido (90%), decidiu-se por analisar os próximos números de grupos para verificar se não havia como ter um maior ganho. Por isso, continuaram-se os testes, de forma que os resultados são apresentados na Tabela 12 - .

k	Percentual de observações com até 5% de erro
56	95,2%
37	90,4%
36	90,4%
35	90,4%
31	90,4%
30	88,8%
23	80,0%

Tabela 12 - Percentual de observações com até 5% de erro

Pela Tabela 12 - , percebe-se que não há variação em relação a ter 31 ou 37 grupos, mas se adotarmos apenas 23, o percentual de observações com até 5% de erro cai para 80%, que é fora dos padrões estabelecidos. Por esta razão, testou-se ainda 30 agrupamentos para verificar se ocorre variação, o que acontece, pois para este caso, teremos 88,80%. Sendo assim, assume-se que em relação ao critério estabelecido, a melhor forma de agrupamento é representar os 125 trechos em 31 grupos.

Sendo assim, a Tabela 13 - apresenta os valores médios da representatividade diária para cada um dos grupos formados, de acordo com a equação 5.2.

Grupo	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
1	0,151804	0,153783	0,156104	0,159310	0,150512	0,120129	0,108358
2	0,143019	0,145449	0,144425	0,159067	0,130806	0,153796	0,123438
3	0,133335	0,132709	0,138945	0,136118	0,152908	0,153081	0,152904
4	0,141401	0,139699	0,144440	0,154965	0,152548	0,132747	0,134199
5	0,141497	0,138148	0,141545	0,145290	0,140003	0,155573	0,137943
6	0,147785	0,144684	0,150226	0,159311	0,134469	0,134933	0,128591
7	0,150813	0,149473	0,153909	0,162816	0,135212	0,133630	0,114146
8	0,150633	0,148866	0,147222	0,148643	0,131927	0,130847	0,141863
9	0,140799	0,142359	0,152314	0,154793	0,141671	0,142959	0,125104
10	0,140051	0,138433	0,142174	0,140295	0,152801	0,158485	0,127762
11	0,147125	0,154836	0,164341	0,187519	0,117056	0,132350	0,096773
12	0,121920	0,114232	0,123052	0,140638	0,168089	0,160838	0,171231
13	0,137673	0,135320	0,132516	0,150366	0,139185	0,132193	0,172748
14	0,150009	0,139828	0,144913	0,152874	0,166498	0,138510	0,107368
15	0,137273	0,129237	0,133046	0,142588	0,138487	0,177074	0,142295
16	0,154772	0,158568	0,160510	0,168787	0,129094	0,124394	0,103874
17	0,091510	0,089006	0,100051	0,134472	0,174159	0,211855	0,198947
18	0,146449	0,153497	0,155774	0,161036	0,127772	0,136698	0,118774
19	0,139026	0,140709	0,146516	0,153986	0,138554	0,153887	0,127322
20	0,146426	0,150193	0,152521	0,155015	0,145331	0,129464	0,121050
21	0,151040	0,145567	0,149799	0,154250	0,131777	0,153885	0,113681
22	0,140917	0,133754	0,133478	0,133829	0,161950	0,150787	0,145285
23	0,130963	0,125235	0,129512	0,140678	0,143757	0,171890	0,157965
24	0,121996	0,122969	0,131003	0,154387	0,159971	0,176076	0,133598
25	0,142450	0,136274	0,140319	0,153700	0,141404	0,138015	0,147838
26	0,156528	0,161329	0,160189	0,167579	0,108995	0,136103	0,109277
27	0,148859	0,150190	0,155423	0,164083	0,136178	0,117559	0,127709
28	0,132363	0,127087	0,131633	0,144112	0,145193	0,148846	0,170767
29	0,129559	0,116951	0,129100	0,116911	0,136156	0,165008	0,206314
30	0,112080	0,103076	0,107969	0,133112	0,170265	0,184141	0,189358

31	0,154135	0,128689	0,138012	0,138504	0,161502	0,132825	0,146333
----	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Tabela 13 - Representatividade da movimentação diária por grupo

A identificação de cada um dos trechos analisado ao seu grupo é apresentada no tópico seguinte, que, além disso, traz considerações sobre as características dos mesmos.

5.2.3. Identificação das características dos agrupamentos

Este item tem o objetivo de apresentar as características de movimentação dentro de cada agrupamento formado no tópico precedente. Sendo assim, para cada um dos grupos, será apresentada a localização dos trechos, os gráficos da movimentação média de cada grupo, bem como da movimentação real dos trechos integrantes e considerações a respeito das características de movimentação também estão expostas.

Além disso, através de dados georreferenciados coletados no sítio do IBGE, procurou-se identificar características homogêneas em relação à ocupação do solo lindeiro. Essas informações referem-se ao grau de urbanização em torno das rodovias, e são apresentadas em oito níveis, conforme mostra a Tabela 14.

Classe	Descrição
1	área urbana urbanizada
2	área urbana não urbanizada
3	área urbana isolada
4	aglomerado rural de extensão urbana
5	aglomerado rural do tipo povoamento
6	aglomerado rural do tipo núcleo
7	aglomerado rural outros (assentamentos)
8	área rural

Tabela 14 - Grau de urbanização em torno das rodovias

Fonte: IBGE (2009)

Sendo assim, a seguir são apresentadas as considerações para cada um dos 31 grupos analisados:

- Grupo 1: compreende cinco trechos, no qual quatro são localizados na região Oeste e um no Vale do Itajaí. Possui a maior movimentação na quinta feira, mas com pouca

variação nos outros dias da semana, com decréscimo no sábado e domingo.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
1.1	E15504	SC155	94,026	Xavantina - Entr. SCT-283 (p/ Chapecó)	Xavantina	Oeste Catarinense
1.2	E16002	SC160	25,835	Entr. (A) SC-473 (p/ Campo Erê) - Entr. (B) SC-473 (Anchieta)	Anchieta	Oeste Catarinense
1.3	E28310	SCT283	159,352	Entr. Acesso Ilha Redonda (Palmitos) - Entr. (A) BR-158 (p/ Cunha Porã)	Palmitos	Oeste Catarinense
1.4	E48004	SCT480	63,162	Ipuaçu - Bom Jesus	Ipuaçu	Oeste Catarinense
1.5	ITOU2024	SC108	76,33	Massaranduba - Entr. (A) BR-470	Blumenau	Vale do Itajaí

Tabela 15 - Informações de localização do grupo 1

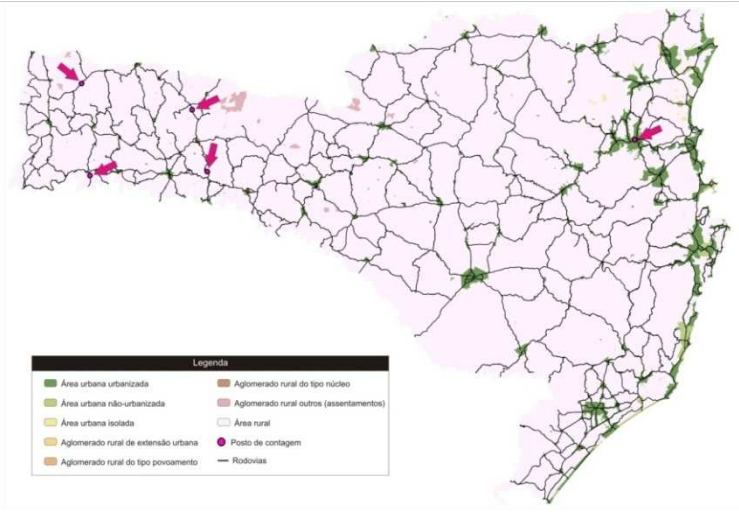


Figura 28 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 1

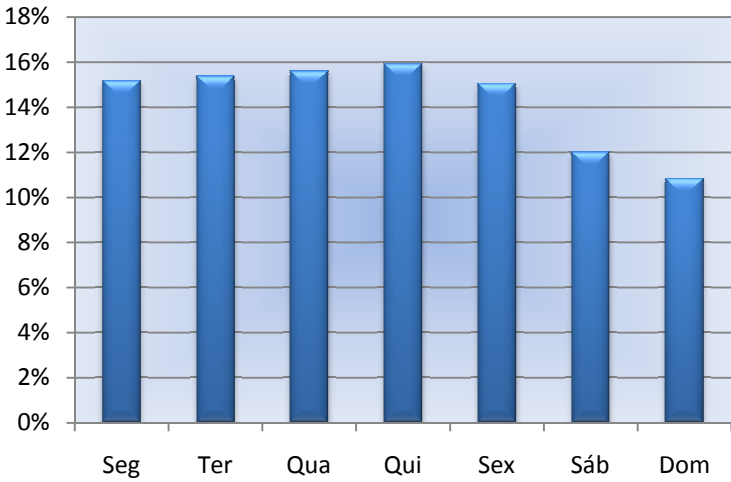


Figura 29 - Representatividade média do grupo 1

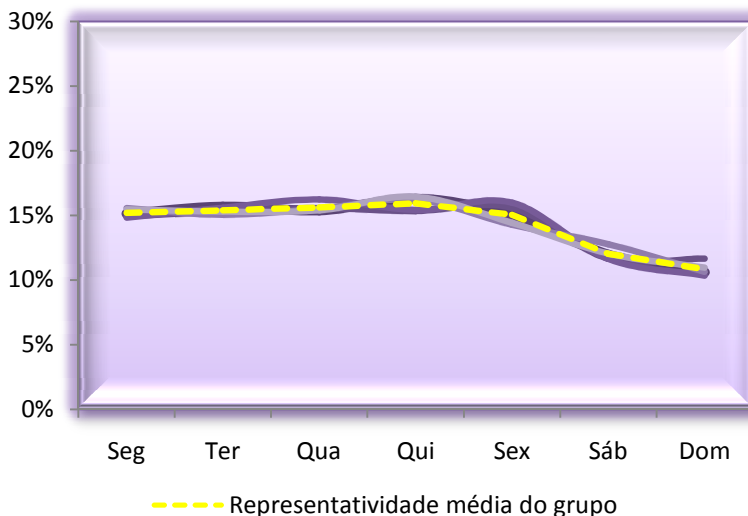


Figura 30 - Curvas de tráfego do grupo 1

- Grupo 2: este grupo compreende dois trechos, sendo um no Vale do Itajaí e um na região Sul catarinense. Como característica, apresenta pouca diferença de movimentação entre os dias da semana, embora a quinta-feira e o sábado possuam um leve aumento e o domingo um leve decréscimo.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
2.1	E41602	SC416	32,671	Entr. (B) SCT-477 (Timbó) - Entr. BR-470	Rodeio	Vale do Itajaí
2.2	M43701	RM437	0,377	Entr. BR-101 (Vila Nova) - Ibituba	Ibituba	Sul Catarinense

Tabela 16 - Informações de localização do grupo 2

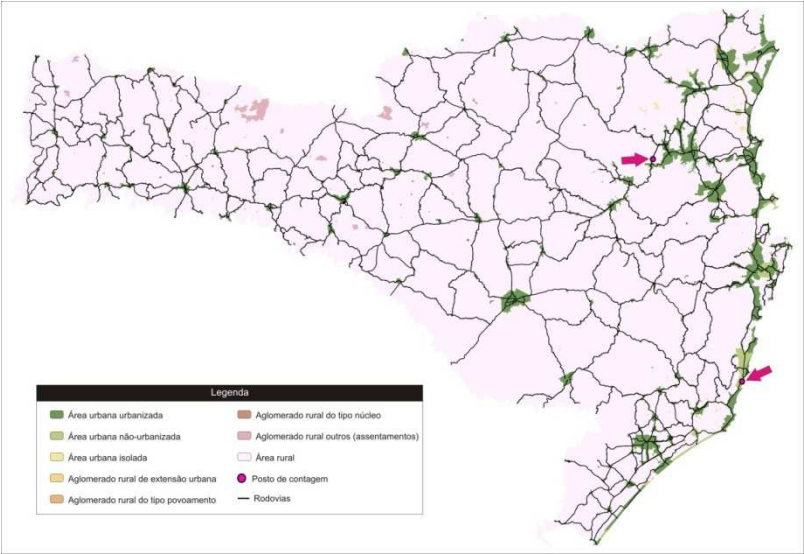


Figura 31 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 2

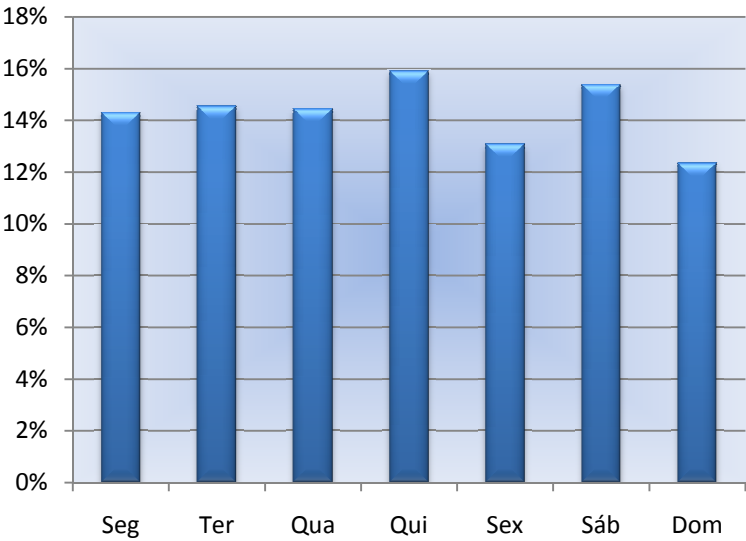


Figura 32 - Representatividade média do grupo 2

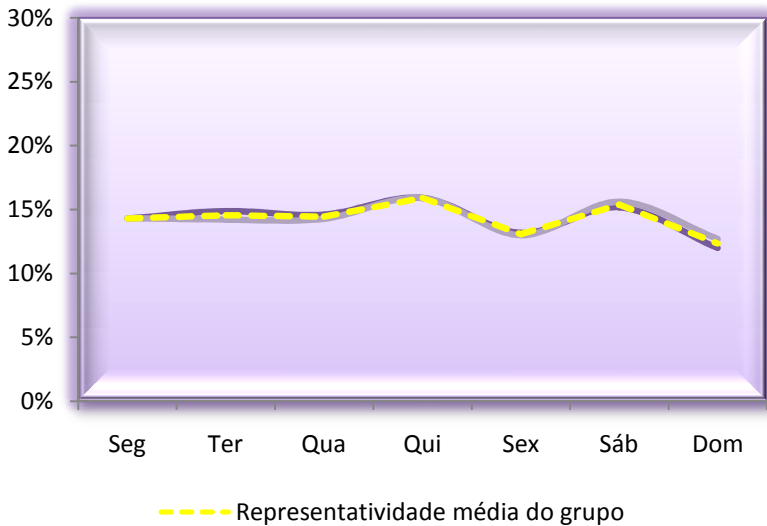


Figura 33 - Curvas de tráfego do grupo 2

- Grupo 3: também com dois trechos, este grupo apresenta uma maior e constante movimentação de sexta a domingo, e menor volume de segunda a quinta-feira. Os dois trechos, embora não apresentem grande distância geográfica, localizam-se em duas regiões distintas, sendo que ambas são consideradas regiões turísticas, o que pode influenciar na movimentação maior aos finais de semana.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
3.1	DER-SC029	SC411	15,14	Entr. BR-101 (Tijucas) - Entr. (A) SC-108 (São João Batista)	Canelinha	Grande Florianópolis
3.2	E42902	SC429	9,054	Lontras - Presidente Nereu	Lontras	Vale do Itajaí

Tabela 17 - Informações de localização do grupo 3

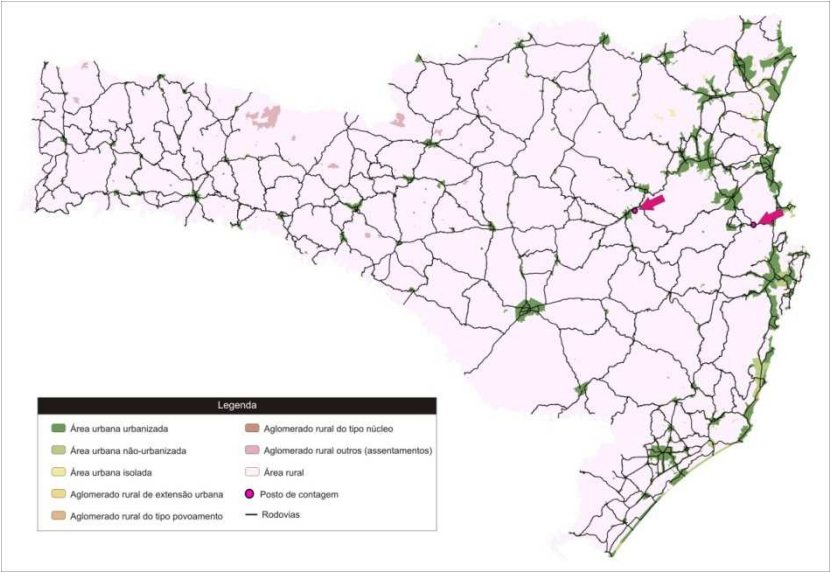


Figura 34 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 3

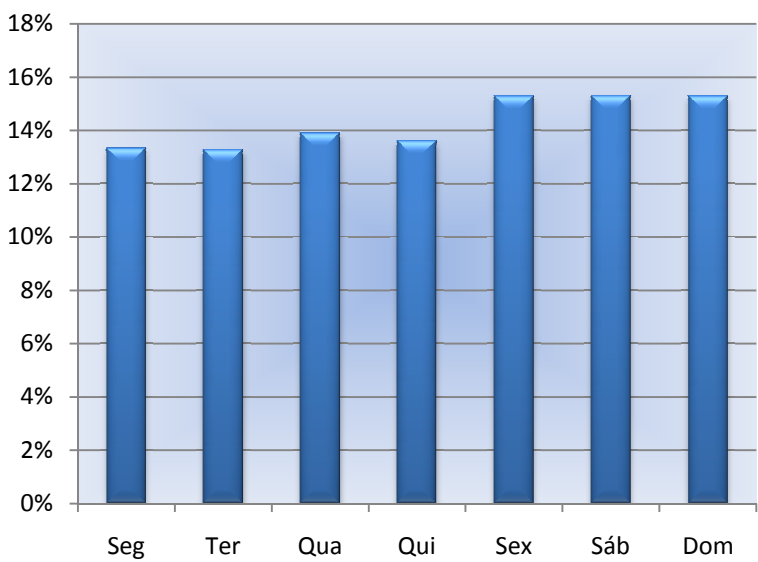


Figura 35 - Representatividade média do grupo 3

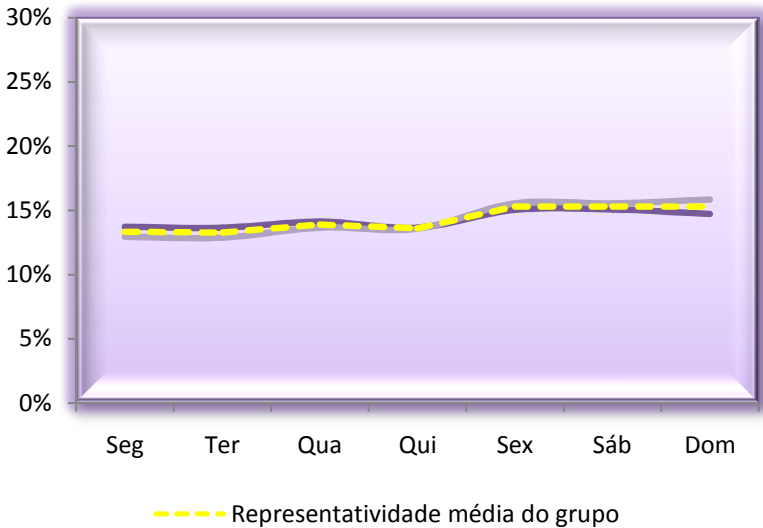


Figura 36 - Curvas de tráfego do grupo 3

- Grupo 4: com oito trechos, este grupo tem uma maior movimentação em dias de semana, com destaque às quinta e sextas feiras, e menor movimento aos finais de semana, embora a diferença entre esses e de segunda a quarta feira não seja muito grande. Dos oito trechos, quatro localizam-se no Vale do Itajaí, dois no planalto serrano e dois no oeste catarinense, sendo que todos estão longe de grandes aglomerados populacionais.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
4.1	DER-SC096	SC419	3,7	Entr. BR-101 - Ilhota	Itajaí	Vale do Itajaí
4.2	E11411	SC114	301,36	Entr. SC-341 (Painel) - São	Painel	Serrana

4. 3	E34103	SC34 1	76,159	Petrolândia - Entr. (A) BR-282	Bom Retiro	Serrana
4. 4	E35206	SC35 2	196,19 3	SC-423 (Passo Manso) -	Taió	Vale do Itajaí
4. 5	E35209	SC35 2	271,98 9	Entr. (B) BR-470 (Rio do Sul) - Entr. SC424	Aurora	Vale do Itajaí
4. 6	E45201	SC45 2	2,648	Entr. BR- 153 - Hercíliopoli	Água Doce	Oeste Catarinense
4. 7	E45203	SC45 2	59,17	Entr. SC- 463 (Água Doce) - Entr. SC-	Luzerna	Oeste Catarinense
4. 8	ILHOT201 6	SC41 9	13,47	Ilhota - Blumenau	Ilhota	Vale do Itajaí

Tabela 18 - Informações de localização do grupo 4

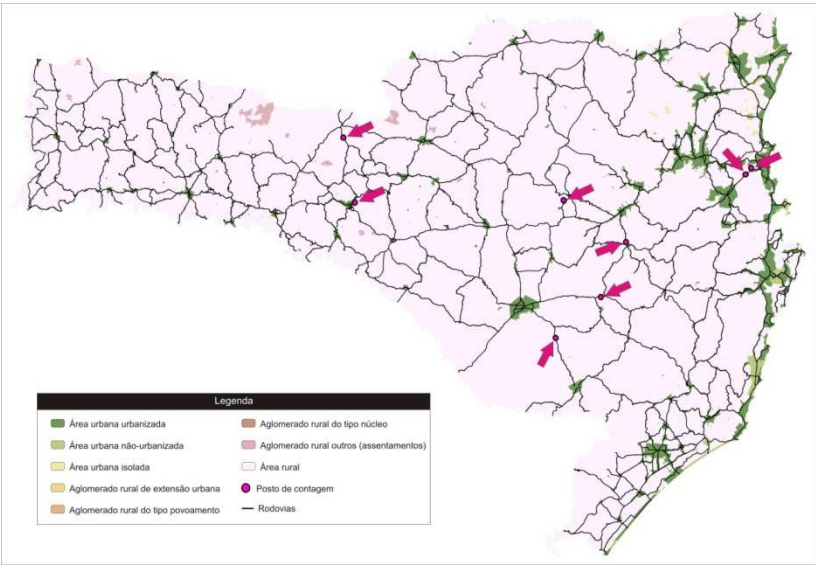


Figura 37 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 4

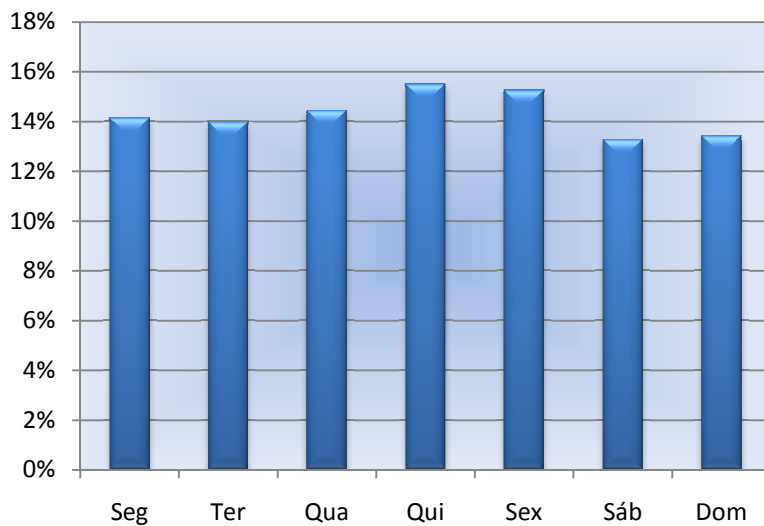


Figura 38 - Representatividade média do grupo 4

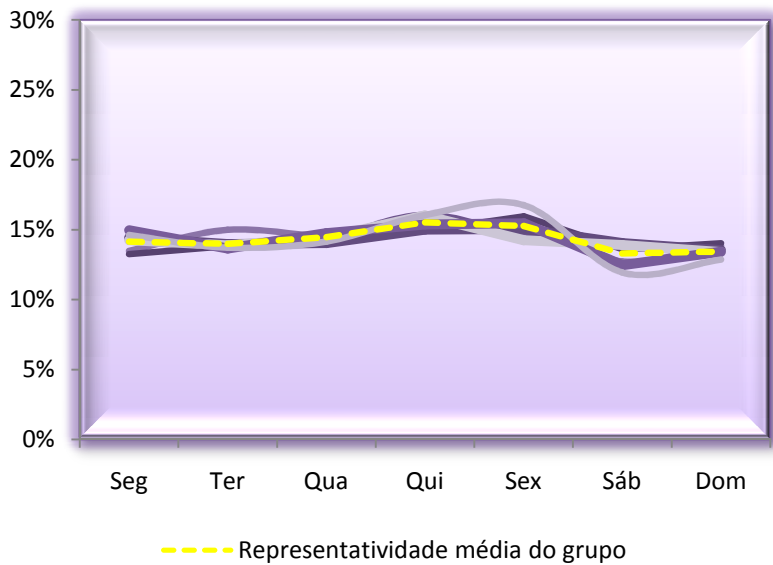


Figura 39 - Curvas de tráfego do grupo 4

- Grupo 5: o grupo 5 tem seu pico no sábado, com pouca diferença entre o restante dos dias da semana. Todos os trechos são próximos a regiões litorâneas, com quatro localizados na grande Florianópolis, um no Norte e um no Sul.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
5.1	DER-SC098	SC405 A	4,05	Entr. (A) SC-406 (Trevo do Rio Tavares) - Entr. (B) SC-406 (p/ Pântano do	Florianópolis	Grande Florianópolis
5.2	DER-SC952	SC411	23,24	Entr. BR-101 (Tijucas) - Entr. (A) SC-108 (São João Batista)	São João Batista	Grande Florianópolis

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
5.3	E34501	SC345	0,399	Entr. SC-108 - Leoberto Leal	Major Gercino	Grande Florianópolis
5.4	E40301	SC403	3,392	Entr. SC-401 - Ingleses	Florianópolis	Grande Florianópolis
5.5	E41302	SC413	36,468	Luis Alves - Entr. (A) SC-108 (P/ Massaranduba	Massaranduba	Norte Catarinense
5.6	E43701	SC437	15,596	Entr. BR-101 (km281.845) - Imaruí	Imaruí	Sul Catarinense

Tabela 19 - Informações de localização do grupo 5

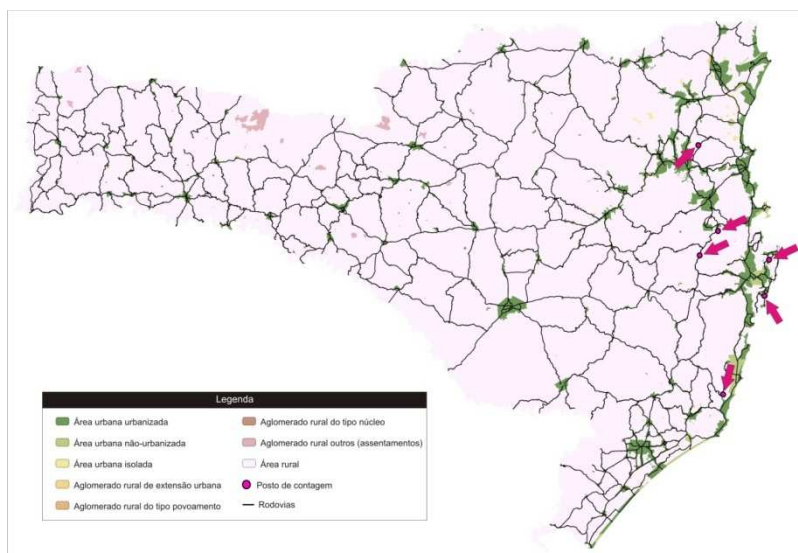


Figura 40 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 5

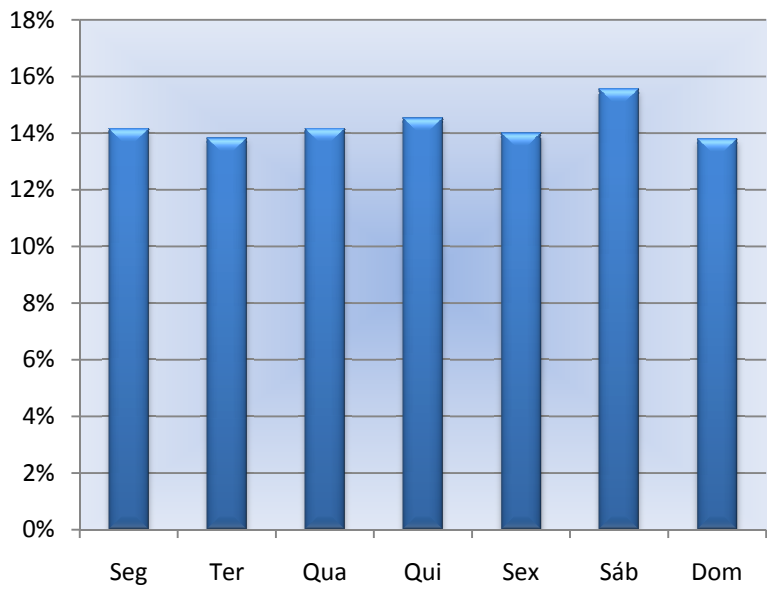


Figura 41 - Representatividade média do grupo 5

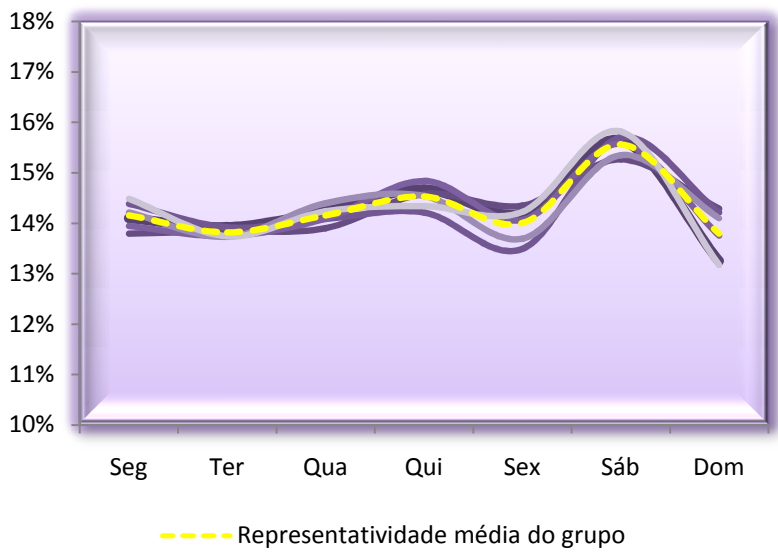


Figura 42 - Curvas de tráfego do grupo 5

• Grupo 6: com 11 trechos, este grupo tem sua maior movimentação durante a semana, com leve pico nas quintas-feiras e decréscimo de sexta a domingo. Os trechos que compõem o grupo estão distribuídos em cinco regiões do estado, e não apresentam características geográficas similares, sendo alguns localizados em áreas urbanas e outros em áreas rurais.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
6.1	DER-SC104	SC401	36,91	Entr. SC-405 (Trevo da Seta) - Aeroporto	Florianópolis	Grande Florianópolis
6.2	E11406	SC114	130,831	Salete - Taió	Taió	Vale do Itajaí
6.3	E28302	SCT283	18,43	Concórdia - Entr. SC-465 (p/ ...)	Concórdia	Oeste Catarinense
6.4	E35210	SC352	287,9	Ituporanga - Entr. Acesso Chapadão	Ituporanga	Vale do Itajaí
6.5	E37005	SC370	119,272	Gravatal - Entr. BR-101	Gravatal	Sul Catarinense
6.6	E42001	SC420	6,377	Entr. SC-430 - Divisa SC/PR	Campo Alegre	Norte Catarinense
6.7	E42702	SC427	11,25	Entr. SC426 (Trombudo Central) - Entr. SC424 (Agrolândia)	Agrolândia	Vale do Itajaí
6.8	E44302	SC443	18,971	Entr. SC-445 (Morro da Fumaça p/ BR-101) - Entr. SC-	Içara	Sul Catarinense

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
6.9	E44501	SC445	3,188	Entr. BR-101 - Entr. SC-443 (Morro da Fumaça)	Morro da Fumaça	Sul Catarinense
6.10	E44902	SC449	16,449	Entr. BR-101 (Araranguá) - Entr. SC-	Turvo	Sul Catarinense
6.11	E48001	SCT480	8,5	São Lourenço do Oeste -	Jupiá	Oeste Catarinense

Tabela 20 - Informações de localização do grupo 6

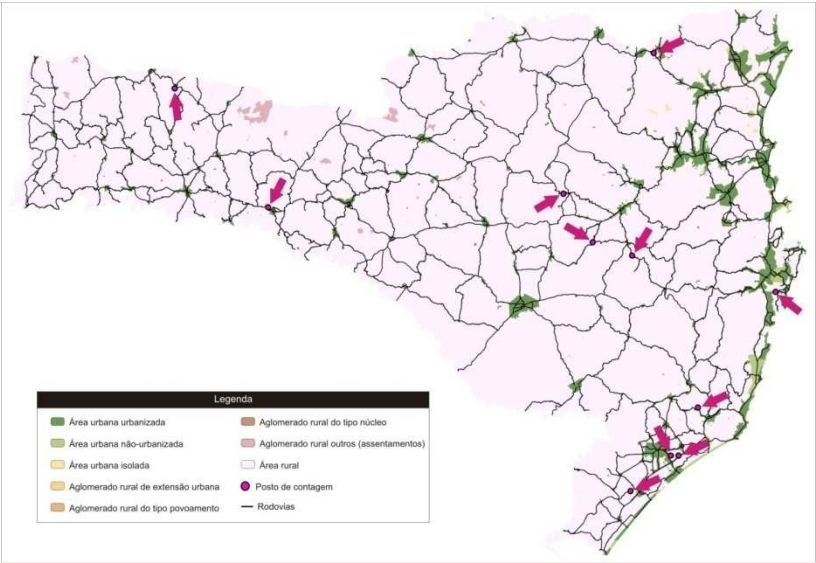


Figura 43 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 6

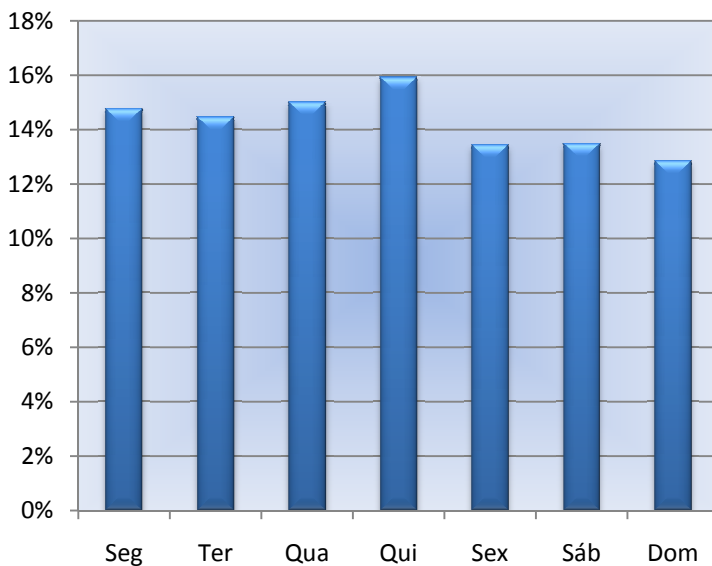


Figura 44 - Representatividade média do grupo 6

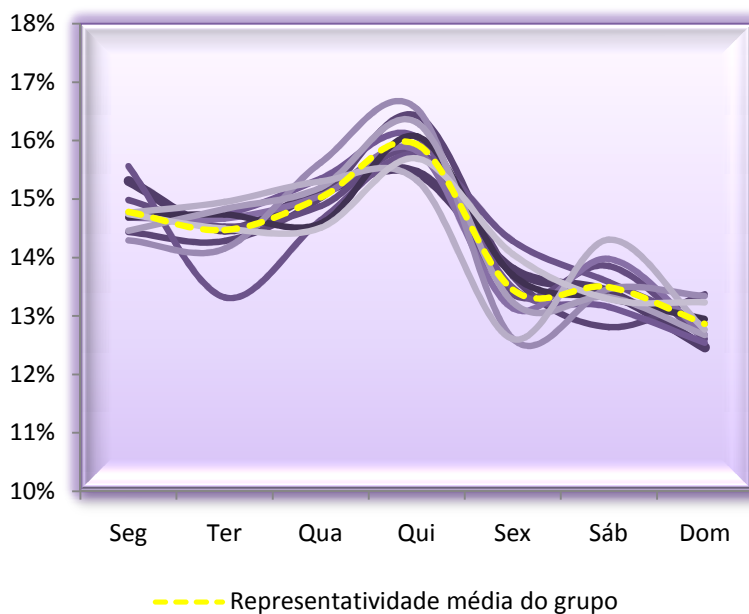


Figura 45 - Curvas de tráfego do grupo 6

- Grupo 7: contem seis trechos, sendo três deles localizados muito próximos, na região do Vale do Itajaí. Apresentam como característica um gradual e leve aumento da movimentação de segunda a quinta-feira, onde atinge seu pico, tendo uma queda de mais de 2% na sexta-feira e sábado, e caindo de forma leve no domingo. São localizados próximos à áreas urbanas.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
7.1	DER-SC105	SC370	130,99	Gravatal - Entr. BR-101 (Tubarão)	Tubarão	Sul Catarinense
7.2	E44403	SC444	36,04	Entr. SC-445 (Siderópolis) - Criciúma	Siderópolis	Sul Catarinense
7.3	E45302	SC453	30,7	Entr. SC-456 (p/ Monte Carlo) - Fraiburgo	Fraiburgo	Oeste Catarinense
7.4	GASPA1017	SC419	33,12	Ilhota - Blumenau	Gaspar	Vale do Itajaí
7.5	GASPA2018	SC419	37,25	Ilhota - Blumenau	Gaspar	Vale do Itajaí
7.6	ITOU1023	SC108	79,71	Massaranduba - Entr. (A) BR-470	Blumenau	Vale do Itajaí

Tabela 21 - Informações de localização do grupo 7

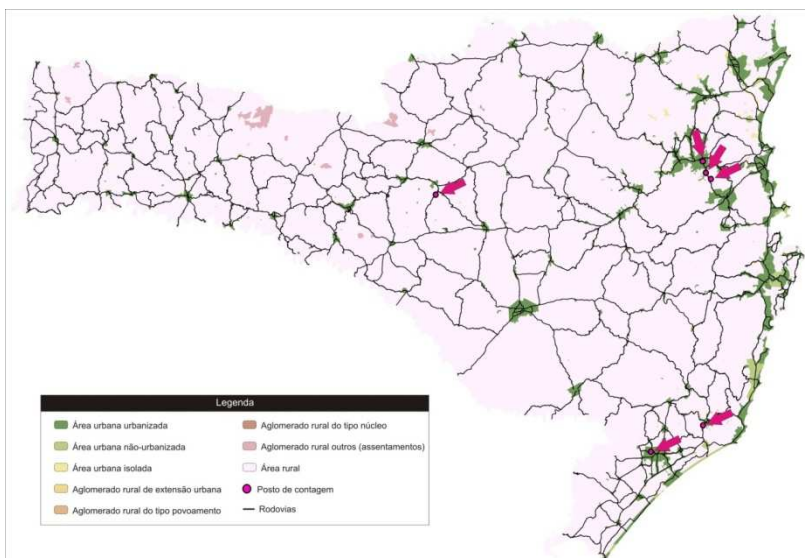


Figura 46 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 7

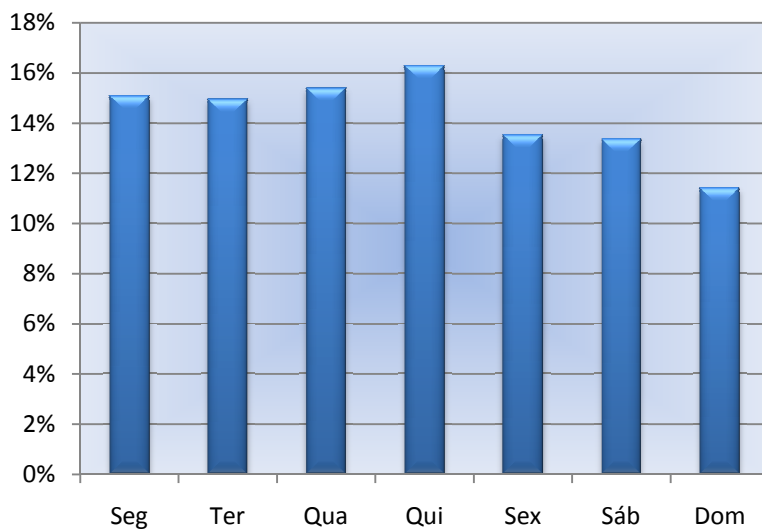


Figura 47 - Representatividade média do grupo 7

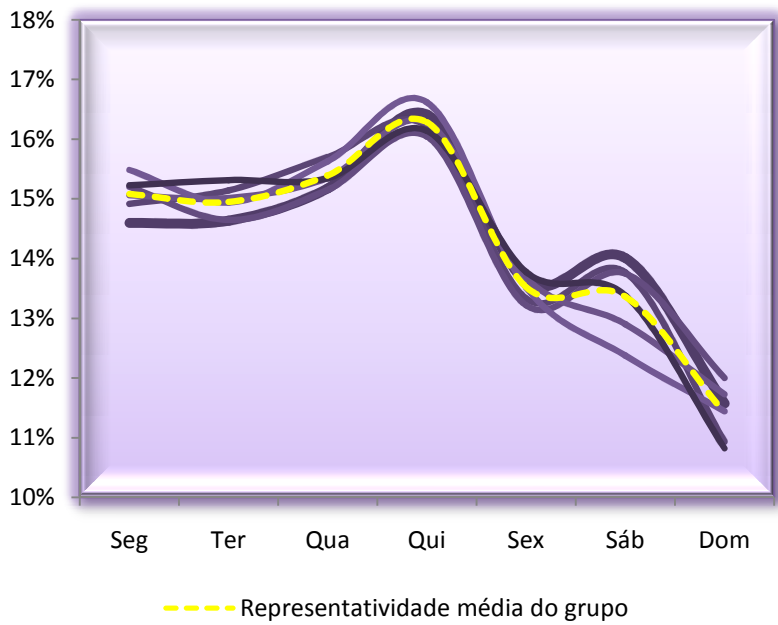


Figura 48 - Curvas de tráfego do grupo 7

• Grupo 8: quatro trechos compreendem o grupo 8, sendo todos eles localizados em áreas não-urbanizadas. Dessa forma, há pouca variação da movimentação entre a segunda e a quinta-feira, e entre sexta-feira e sábado, sendo que esses últimos apresentam menor volume. No domingo, há um aumento em relação a sexta-feira e sábado e a movimentação quase se iguala aos dias da semana. A localização é basicamente no Vale do Itajaí, embora um dos trechos esteja no Sul.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesor região
8.1	E28503	SCT285	19,441	Entr. (B) SC-108 (Turvo) -	Turvo	Sul Catarinense
8.2	E34102	SC341	39,307	Ituporanga - Petrolândia	Petrolândia	Vale do Itajaí

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesor região
8.3	E42302	SC423	93,68	Rio do Campo - Entr. SC-	Taió	Vale do Itajaí
8.4	E42801	SC428	2,529	Entr. SC-341 - Imbuia	Imbuia	Vale do Itajaí

Tabela 22 - Informações de localização do grupo 8

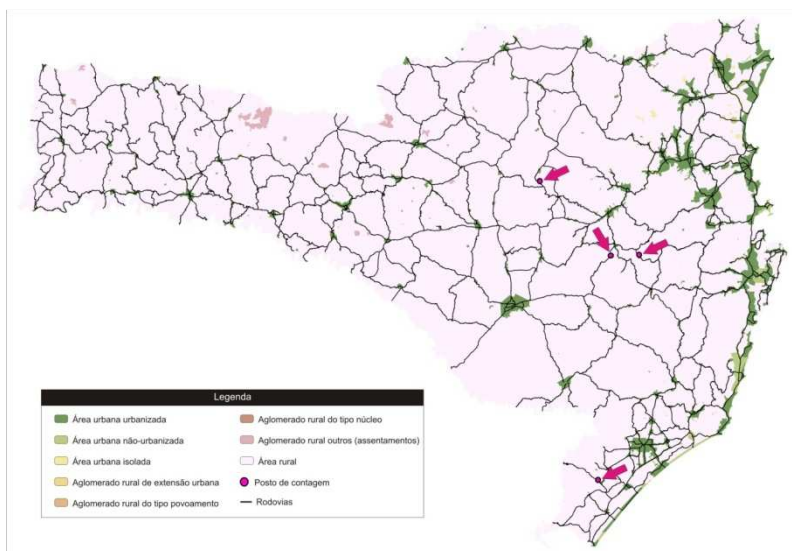


Figura 49 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 8

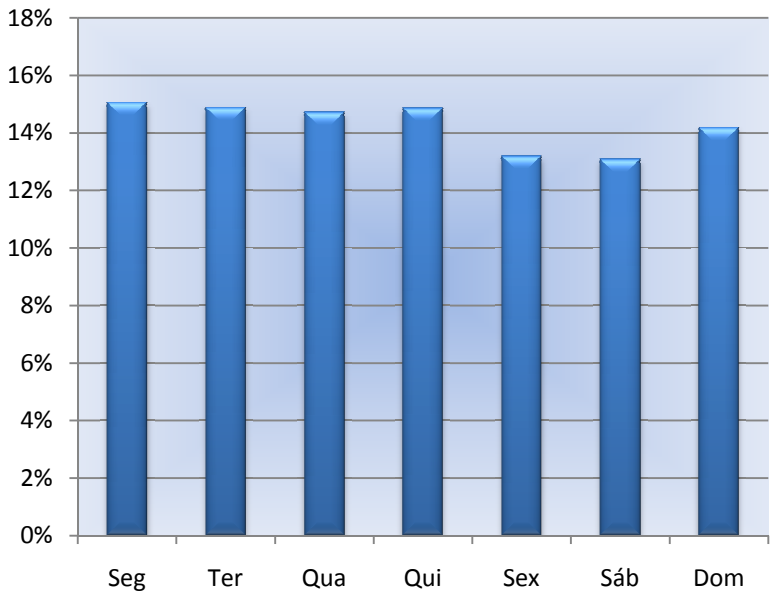


Figura 50 - Representatividade média do grupo 8

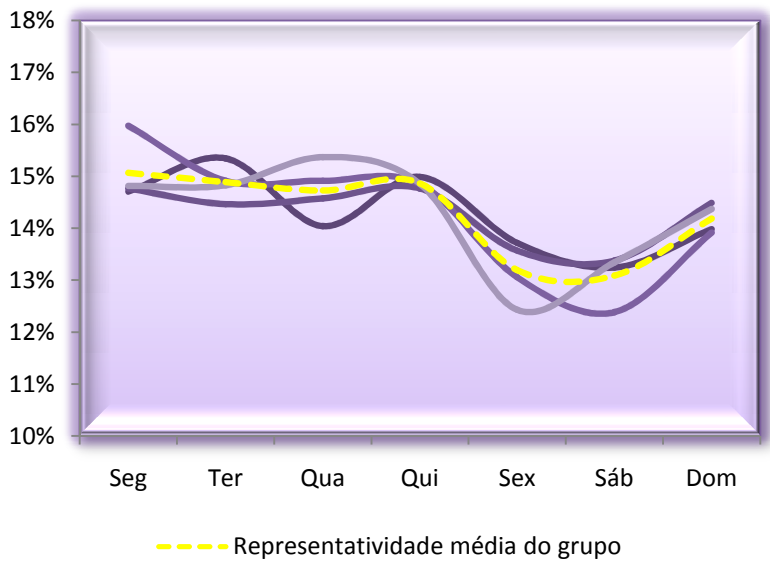


Figura 51 - Curvas de tráfego do grupo 8

• Grupo 9: neste grupo há praticamente três faixas de movimentação: as segundas, terças, sextas e sábados apresentam pouco mais de 14% da movimentação semanal, enquanto que as quartas e quintas ocorrem um leve aumento (aproximadamente 16%). Os domingos, por sua vez, apresentam os menores picos de movimentação: 12%. Dos seis trechos que compõem o grupo, três se localizam no Sul, dois no Oeste e um no Vale do Itajaí, sendo que nenhum é localizado exatamente em áreas urbanizadas.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
9.1	DER-SC106	SC370	109,41	Braço do Norte - Gravatal	Braço do Norte	Sul Catarinense
9.2	DERSC1114	SC441	10	Entr. (B) SC-100 (Jaguaruna) - Entr. (A) BR-101	Jaguaruna	Sul Catarinense
9.3	E35208	SC352	241,205	Rio do Oeste - Entr. (A) BR-470	Laurentino	Vale do Itajaí
9.4	E43105	SC431	103,735	Armazém - SC-370 (Gravatal)	Gravatal	Sul Catarinense
9.5	E45202	SC452	38,106	Hercilópolis - Entr. SC-463 (Água Doce)	Água Doce	Oeste Catarinense
9.6	F16303	BR163	100,744	Entr. SC-473 (p/ Anchieta) - São José do	São José do Cedro	Oeste Catarinense

Tabela 23 - Informações de localização do grupo 9

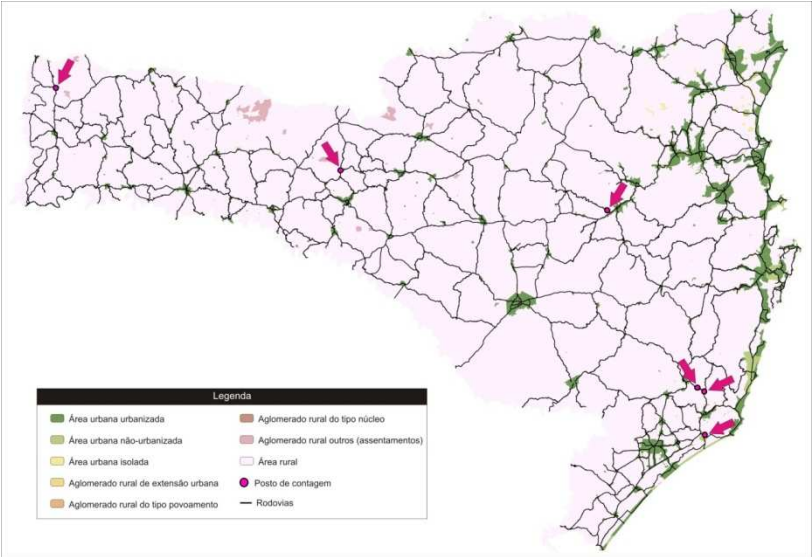


Figura 52 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 9

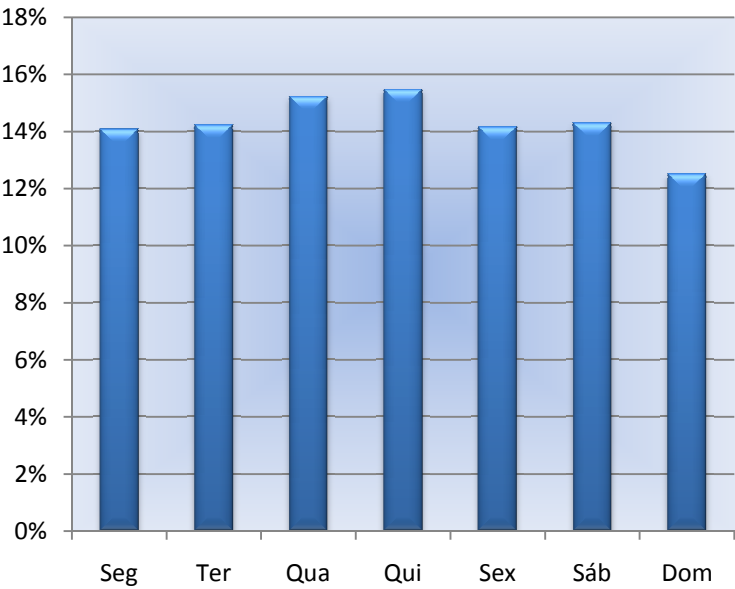


Figura 53 - Representatividade média do grupo 9

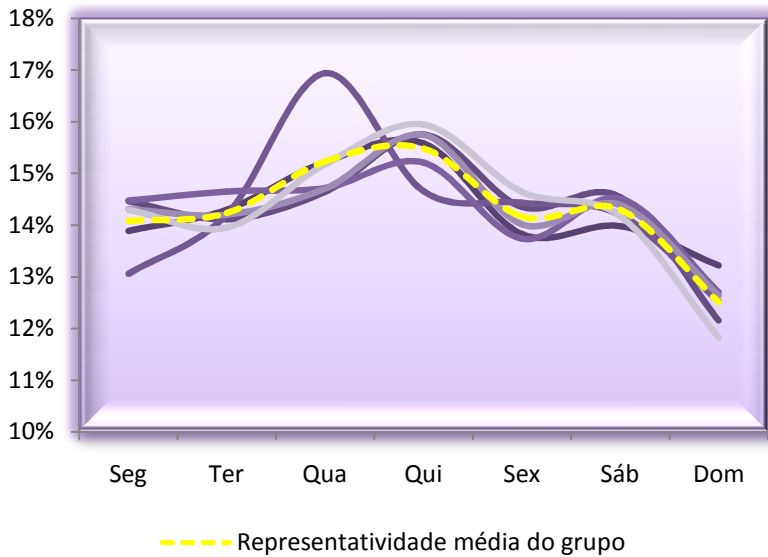


Figura 54 - Curvas de tráfego do grupo 9

- Grupo 10: Com dois trechos localizados em áreas urbanas, este grupo apresenta o dia de sábado como o de maior movimentação da semana, seguido da sexta-feira, ambos com quase 16%. Não há grandes variações entre a segunda e a quinta-feira, com representatividade em torno de 14%. Em compensação, a movimentação de veículos decaiu no domingo.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
10.1	DER-SC108	SC114	314,09	Entr. SC-341 (Painel) - São Joaquim	São Joaquim	Serrana
10.2	E40102	SC401	9,125	Entr. SC-402 (p/ Jurere) - Entr. SC-404 (Lagoa da	Florianópolis	Grande Florianópolis

Tabela 24 - Informações de localização do grupo 10

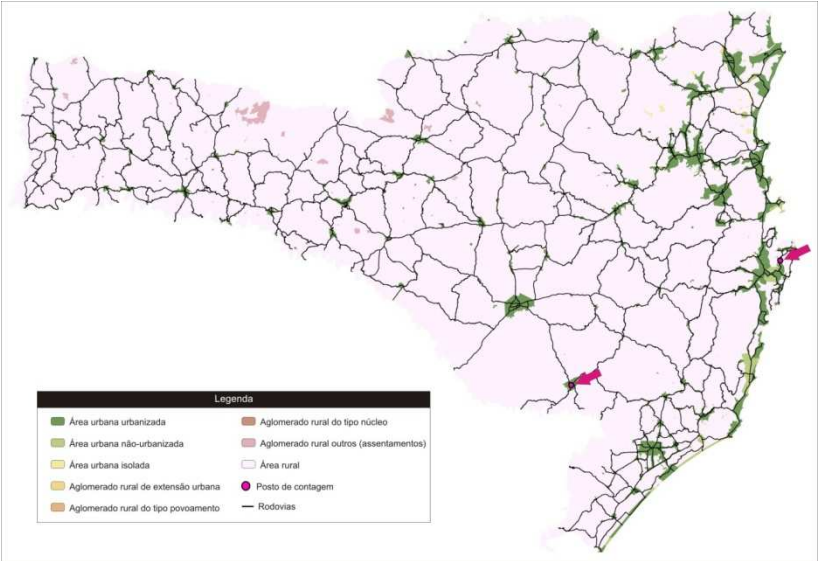


Figura 55 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 10

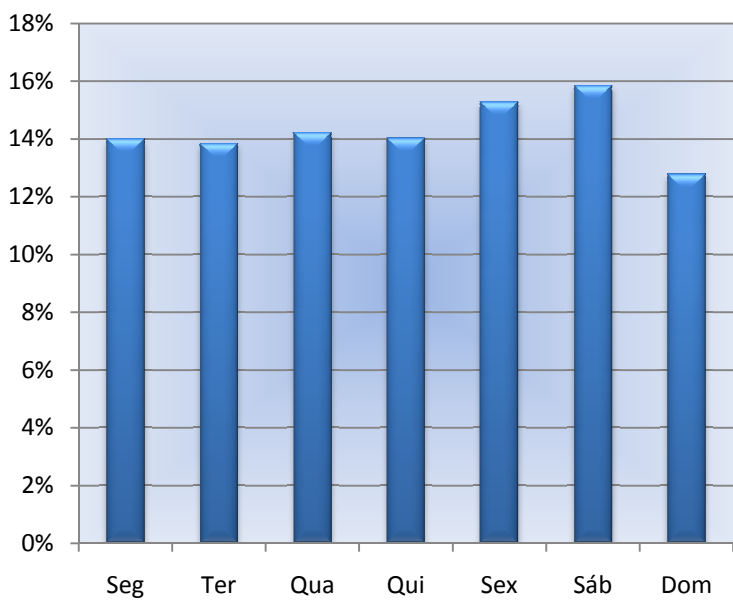


Figura 56 - Representatividade média do grupo 10

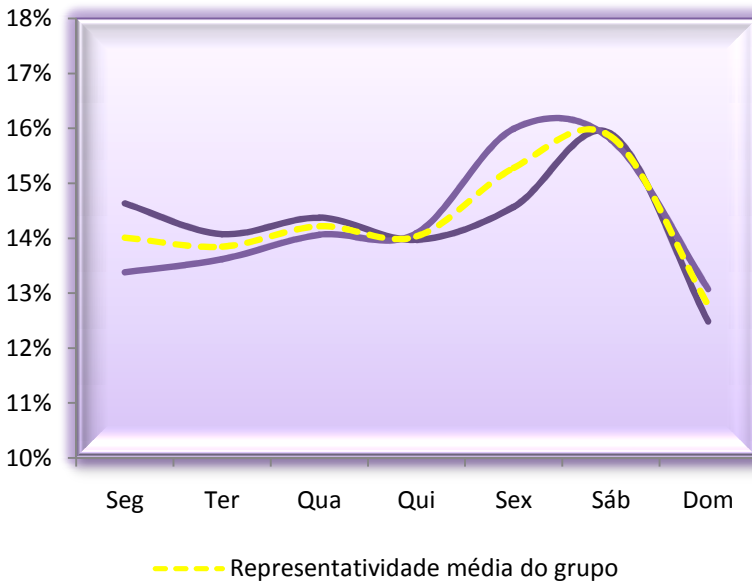


Figura 57 - Curvas de tráfego do grupo 10

- Grupo 11: o grupo 11 é composto por apenas um trecho, com uma curva de tráfego que apresenta uma crescente variação da segunda até a quinta-feira, onde atinge seu pico. Há uma queda de aproximadamente 7% da movimentação da quinta para a sexta-feira, e um aumento em torno de 1% para o sábado. No domingo, porém, há novamente uma grande queda, de 3% em relação ao sábado. O trecho é localizado em área urbanizada em torno da cidade de São Joaquim.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
11.1	DER-SC109	SC345	197,72	SC-382 (Cruzeiro) - SC-114 (São)	São Joaquim	Serrana

Tabela 25 - Informações de localização do grupo 11

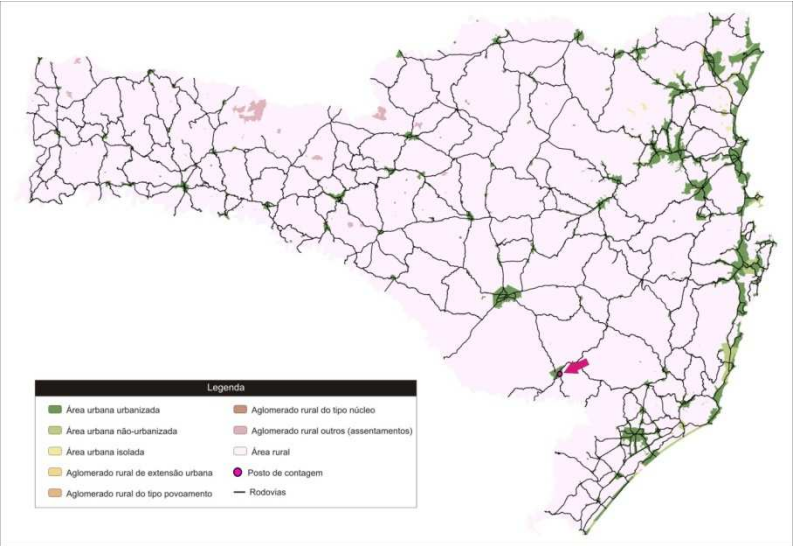


Figura 58 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 11

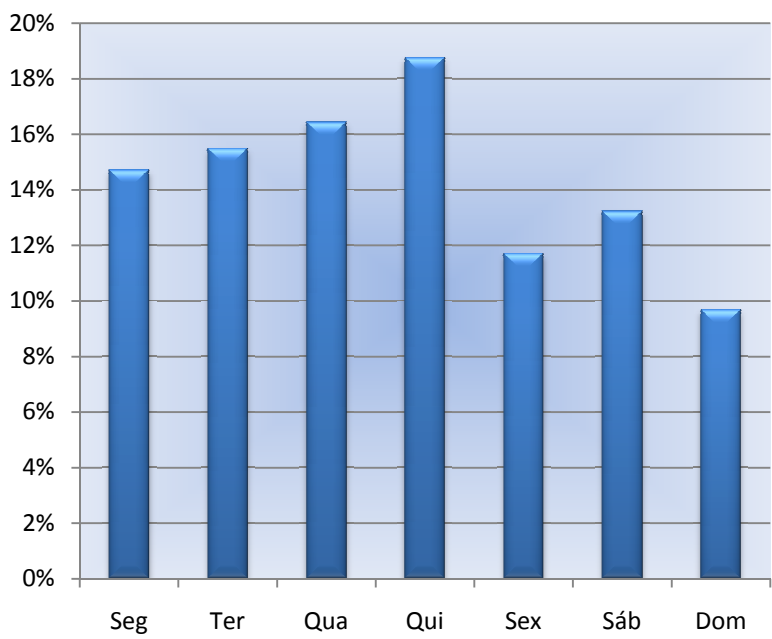


Figura 59 - Representatividade média do grupo 11

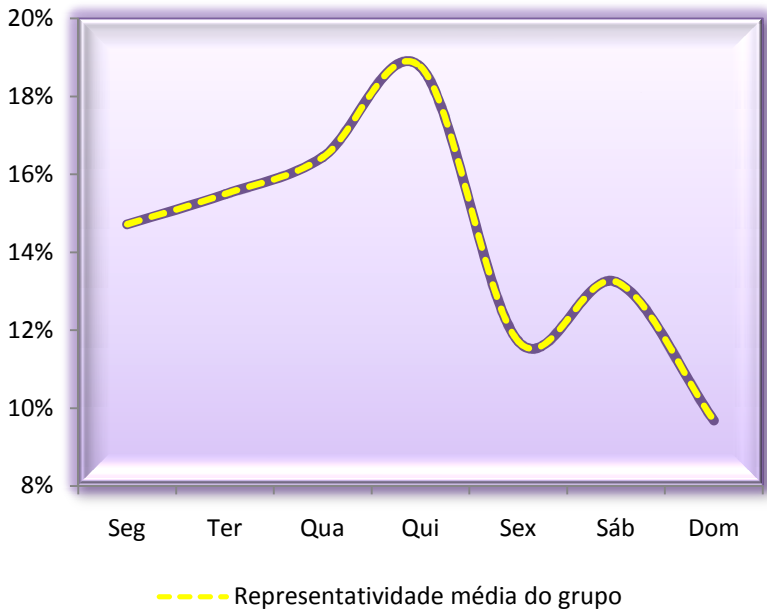


Figura 60 - Curvas de tráfego do grupo 11

- Grupo 12: o grupo 12 tem como principal característica a maior movimentação aos finais de semana, juntamente com as sextas-feiras. Dos seis trechos que compõem o grupo, três são localizados bem próximos, na cidade de São Francisco do Sul, outros dois estão na região Serrana e um na Grande Florianópolis.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
12.1	DERSC 1111	SC410	13,97	Entr. BR-101 - Governador Celso Ramos	Governador Celso Ramos	Grande Florianópolis
12.2	E34104	SC341	93,945	Entr. (B) BR-282 (p/ Bocaina do Sul) - Rio Rufino	Bocaina do Sul	Serrana

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
12.3	E34503	SC345	122,356	Entr. BR-282 - Urubici	Bom Retiro	Serrana
12.4	E41401	SC414	0,555	Balneário Enseada - Entr. (A) BR-280 (São Francisco do Sul)	São Francisco do Sul	Norte Catarinense
12.5	ENSEA 1051	SC414	0,23	Balneário Enseada - Entr. (A) BR-280 (São Francisco do Sul)	São Francisco do Sul	Norte Catarinense
12.6	ENSEA 2052	SC414	3,06	Balneário Enseada - Entr. (A) BR-280 (São Francisco do Sul)	São Francisco do Sul	Norte Catarinense

Tabela 26 - Informações de localização do grupo 12

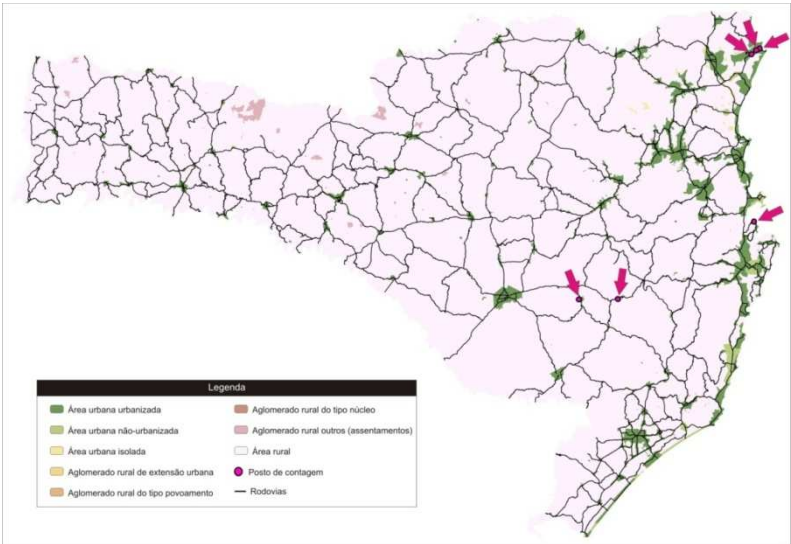


Figura 61 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 12

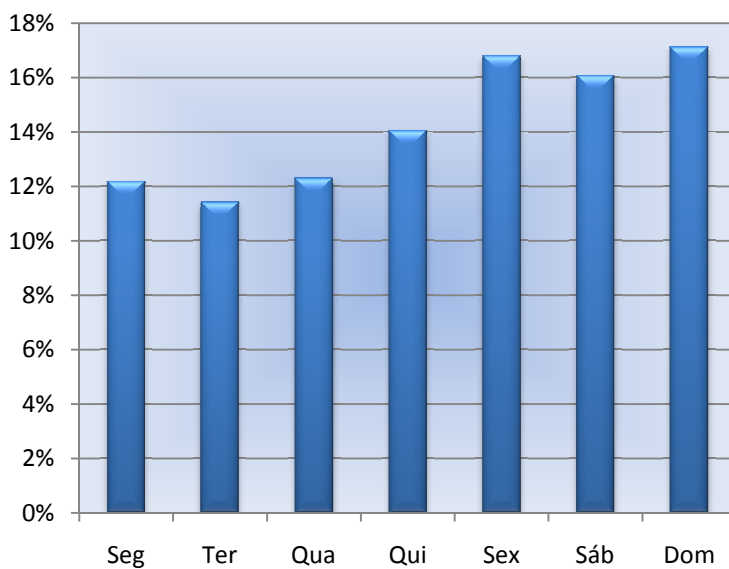


Figura 62 - Representatividade média do grupo 12

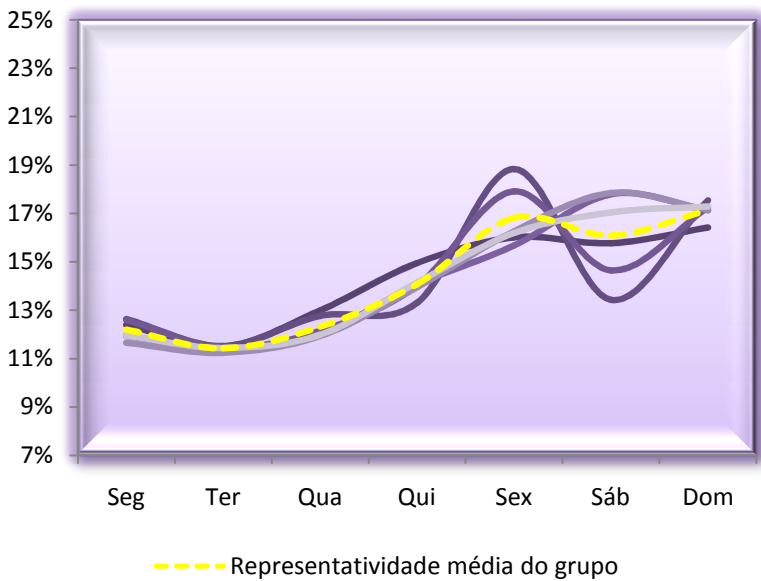


Figura 63 - Curvas de tráfego do grupo 12

• Grupo 13: com apenas três trechos, o grupo apresenta uma elevada movimentação aos domingos, que inclusive é o dia de maior movimentação, seguido das quintas-feiras, enquanto que o restante dos dias apresenta pouca variação. Dois deles são localizados no norte e um no oeste, sendo que todos estão próximos de fronteiras estaduais: os do norte localizados perto da divisa com o estado do Paraná e o posto do Oeste, com o Rio Grande do Sul.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
13.1	DERSC 1112	SC430	9,52	Vila Dona Francisca - Campo Alegre	Joinville	Norte Catarinense
13.2	E28409	SC284	232,786	Entr. SC-461 (Peritiba) - Entr. (A) BR-153 (p/ Rio Grande do Sul)	Alto Bela Vista	Oeste Catarinense

13. 3	E47401	SC47 4	1,68 7	Entr. SCT-280 - Despraiado	Porto União	Norte Catarinense
------------------	--------	-----------	-----------	-------------------------------	----------------	----------------------

Tabela 27 - Informações de localização do grupo 13

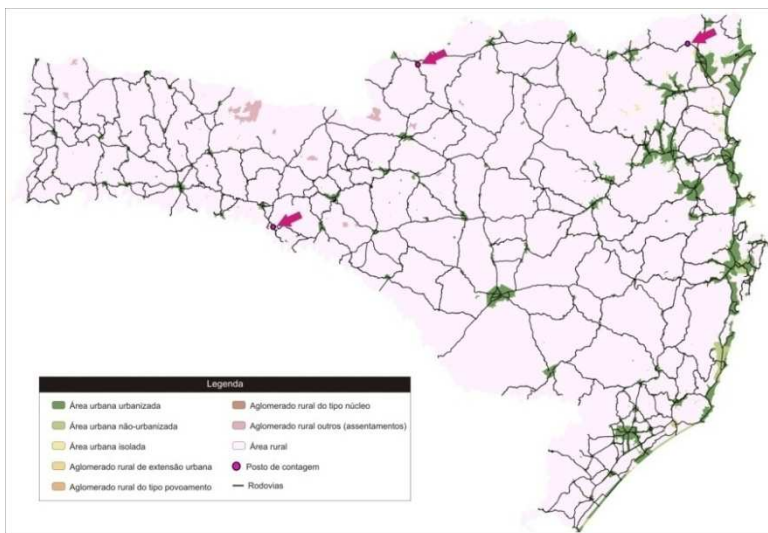


Figura 64 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 13

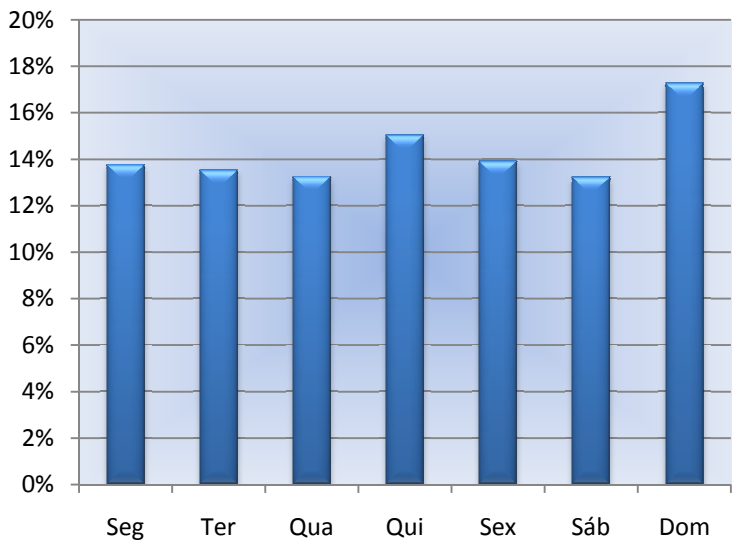


Figura 65 - Representatividade média do grupo 13

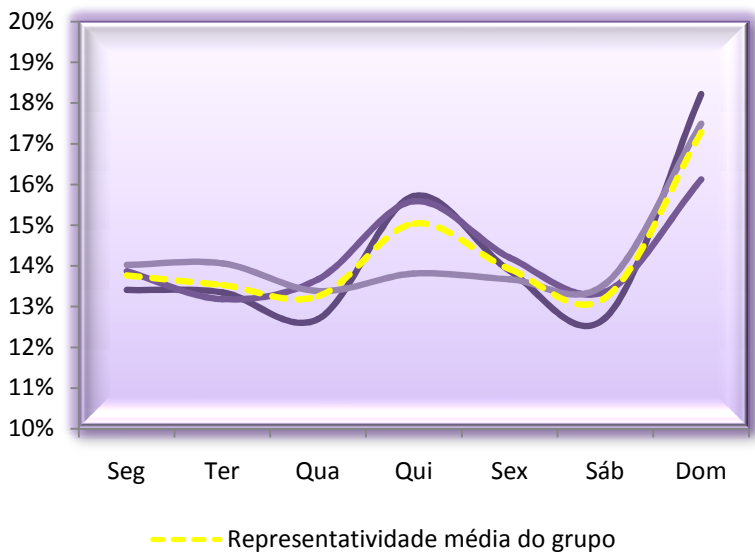


Figura 66 - Curvas de tráfego do grupo 13

- Grupo 14: embora os dois trechos que pertencem a esse grupo sejam localizados em regiões diferentes, ambos estão em áreas não-urbanizadas, e de acordo com a descrição dos mesmos são trechos de ligações entre duas cidades. Sendo assim, a sua movimentação é principalmente durante semana, com picos na sexta-feira, e decréscimo de sábado a domingo, onde o mesmo apresenta a menor movimentação semanal.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
14.1	E15701	SC157	6,567	Campo Erê - Saltinho	Campo Erê	Oeste Catarinense
14.2	E42401	SC424	1,025	Entr. SC-352 (Ituporanga) - Entr. SC-427 (Agrolândia)	Ituporanga	Vale do Itajaí

Tabela 28 - Informações de localização do grupo 14

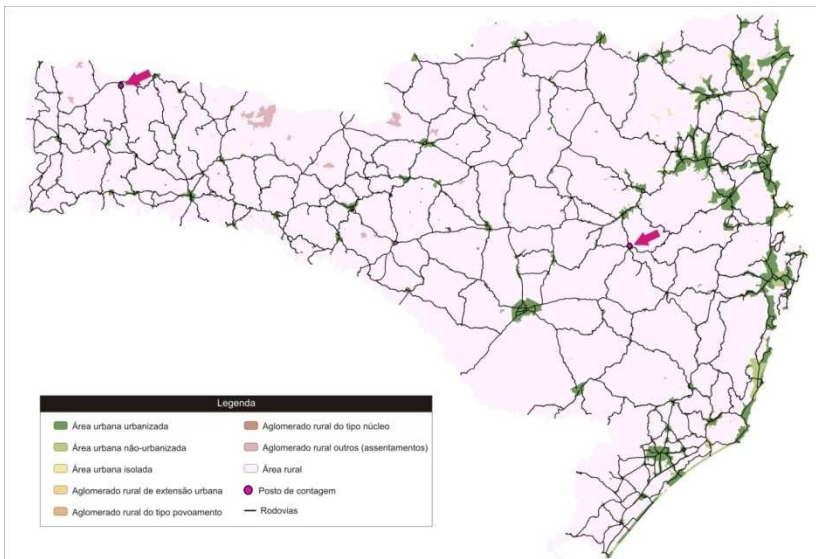


Figura 67 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 14

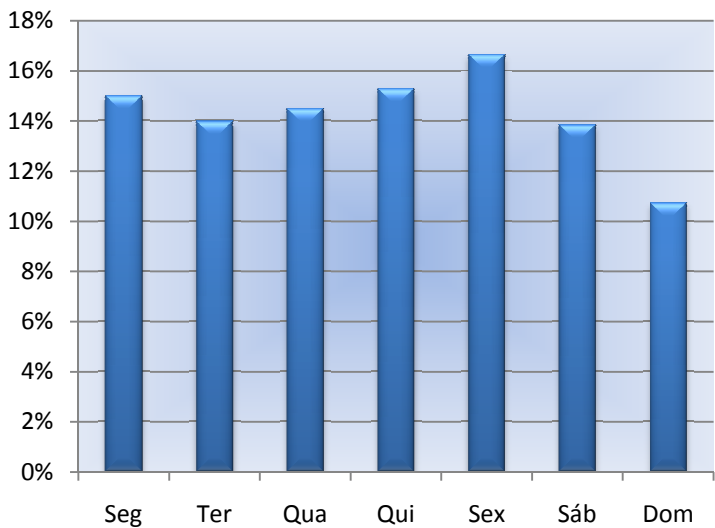


Figura 68 - Representatividade média do grupo 14

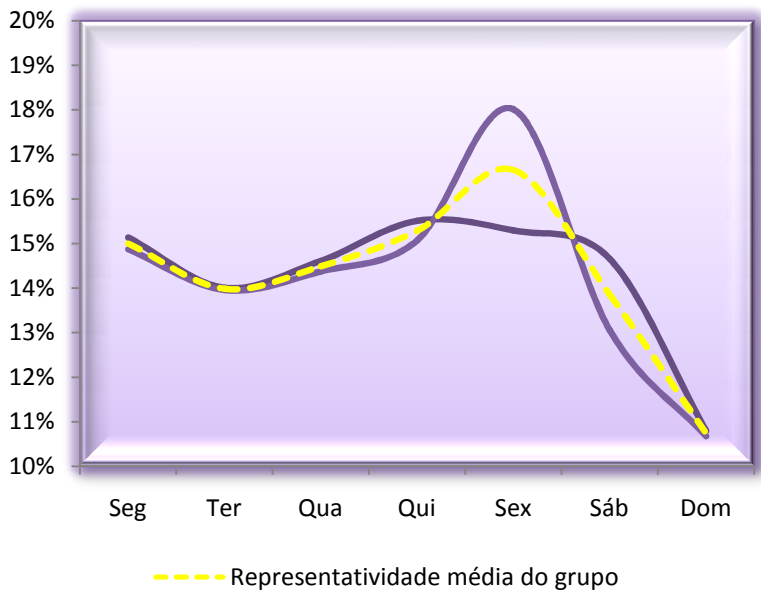


Figura 69 - Curvas de tráfego do grupo 14

- Grupo 15: compreende apenas um trecho, localizado no sul de Santa Catarina, próximo à área litorânea. Sendo assim, a maior movimentação registrada se dá aos finais de semana, com destaque ao sábado (seu pico semanal), e com pouca variação entre os outros dias da semana.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
15.1	DER-SC111	SC447	4,45	Balneário das Gaivotas - Entr. BR-101 (Sombrio)	Balneário Gaivota	Sul Catarinense

Tabela 29 - Informações de localização do grupo 15

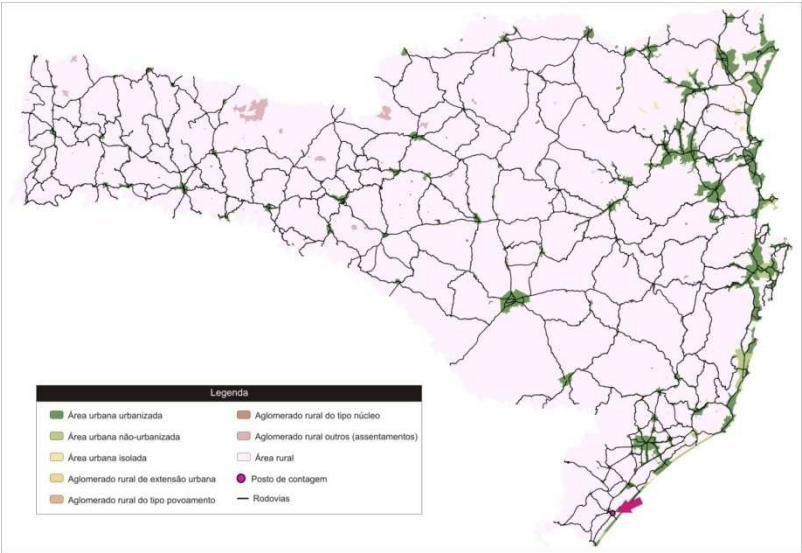


Figura 70 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 15

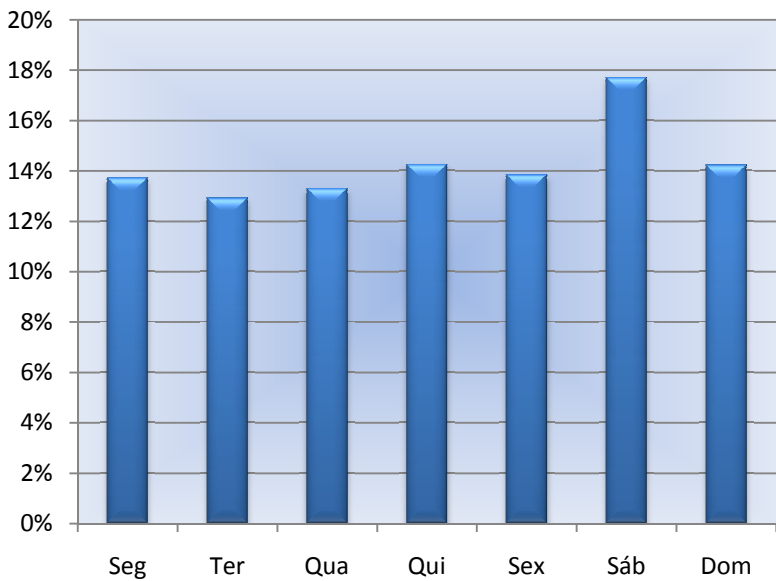


Figura 71 - Representatividade média do grupo 15

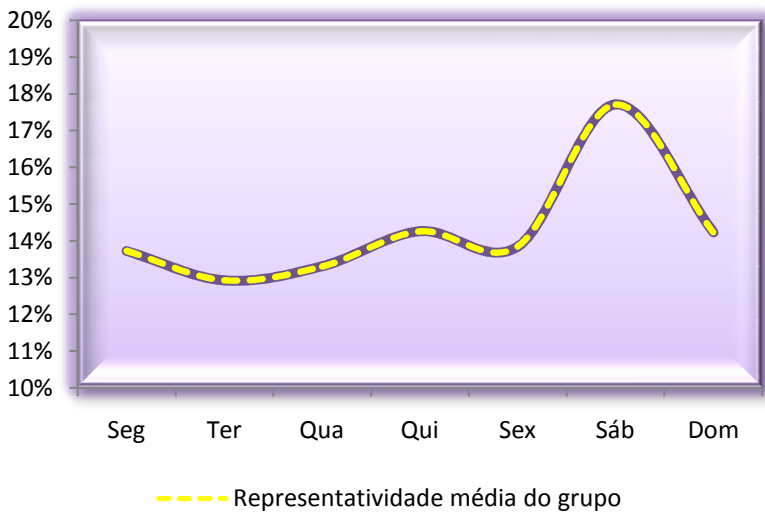


Figura 72 - Curvas de tráfego do grupo 15

- Grupo 16: este grupo abrange 9 trechos, sendo cinco do Vale do Itajaí, um do Sul e três do Norte catarinense. A localização desses trechos é próxima à áreas urbanizadas e industrializadas, o que explica a maciça movimentação nos dias da semana (de segunda a quinta-feira) e a queda de sexta-feira ao domingo.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
16.1	BARRAC034	SC108	110,79	Entr. (B) SC-419 (Gaspar) -	Itajaí	Vale do Itajaí
16.2	DER-SC112	SCT477	193,76	Entr. (B) SC-416 (Timbó) -	Timbó	Vale do Itajaí
16.3	E10818	SC108	366,062	Cocal do Sul - Criciúma	Cocal do Sul	Sul Catarinense
16.4	E11401	SC114	4,015	Entr. BR-116 - Itaiópolis	Itaiópolis	Norte Catarinense
16.5	E47701	SCT477	9,61	Entr. SCT-280 (Canoinhas) - Major	Canoinhas	Norte Catarinense
16.6	E47708	SCT477	194,876	Entr. (B) SC-416 (Timbó) - Entr. BR-	Timbó	Vale do Itajaí
16.7	ITOU3025	SC108	72,51	Massaranduba - Entr. (A) BR-470	Blumenau	Vale do Itajaí
16.8	SCHRO1054	RM109	0,17	Entr. BR-280 - Schröder	Jaraguá do Sul	Norte Catarinense
16.9	VESTEF033	SC108	121,1	Entr. (B) SC-419 (Gaspar) -	Brusque	Vale do Itajaí

Tabela 30 - Informações de localização do grupo 16

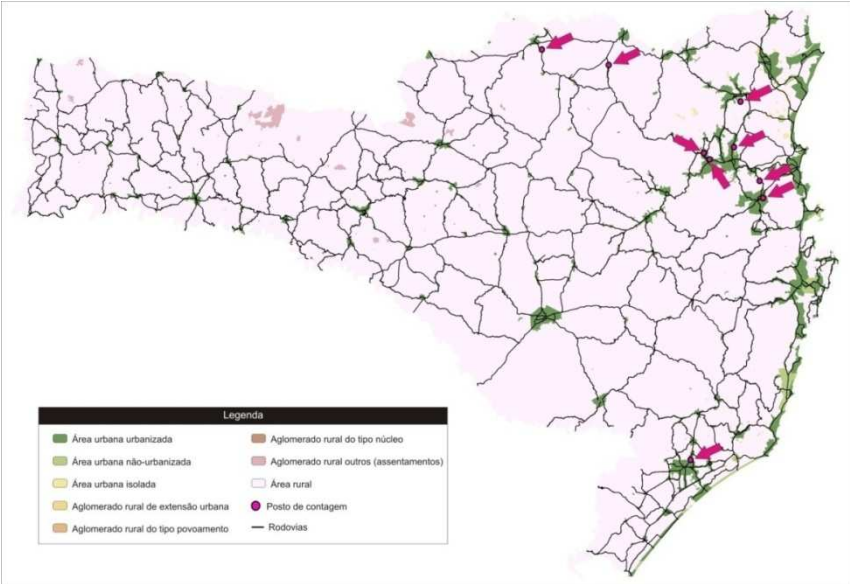


Figura 73 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 16

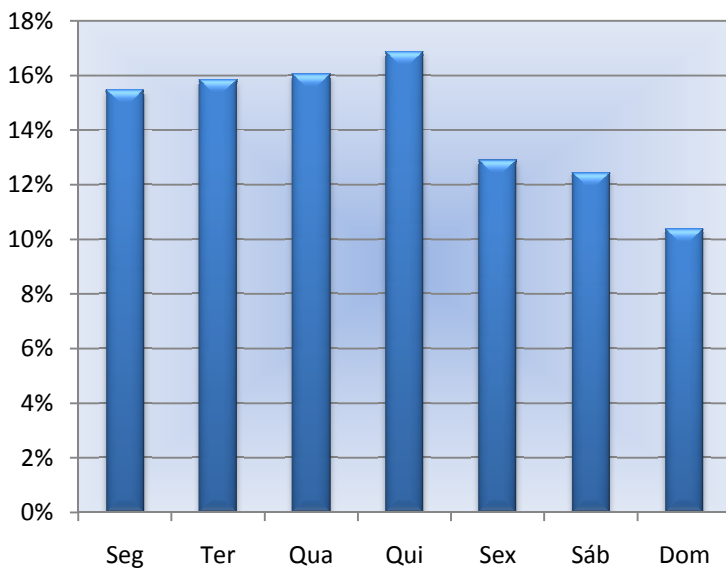


Figura 74 - Representatividade média do grupo 16



Figura 75 - Curvas de tráfego do grupo 16

- Grupo 17: composto por um único trecho localizado na Grande Florianópolis, em um acesso à uma praia, o que explica a alta movimentação aos finais de semana, com um aumento progressivo de segunda ao sábado, quando atinge o auge da movimentação. No domingo, porém, há uma queda, embora o volume ainda seja maior que os dias de semana.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
17.1	DERSC1135	SC433	1,52	Entr. BR-101 - Praia do Sonho	Palhoça	Grande Florianópolis

Tabela 31 - Informações de localização do grupo 17

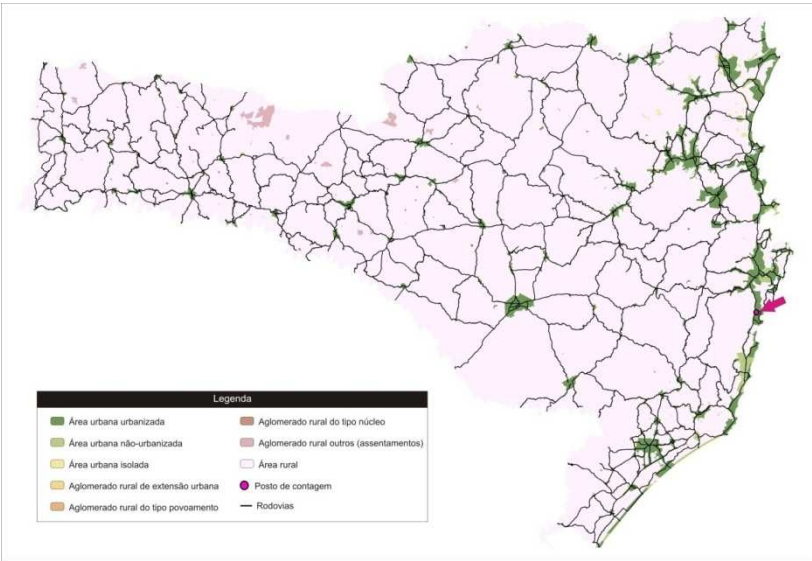


Figura 76 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 17

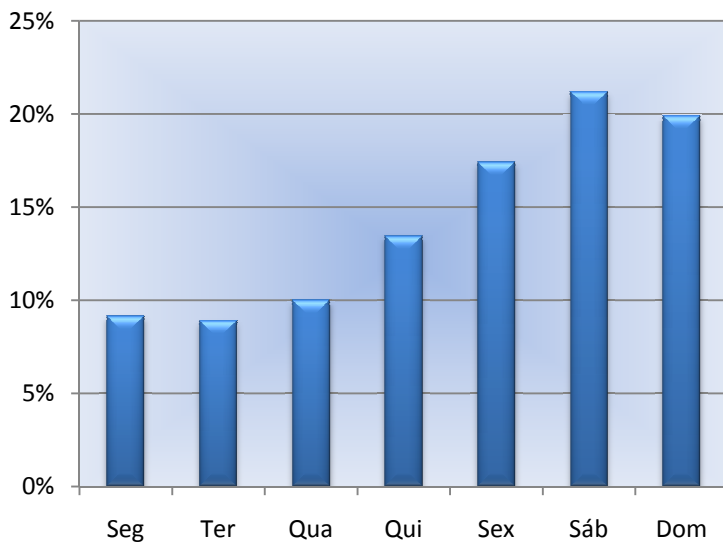


Figura 77 - Representatividade média do grupo 17

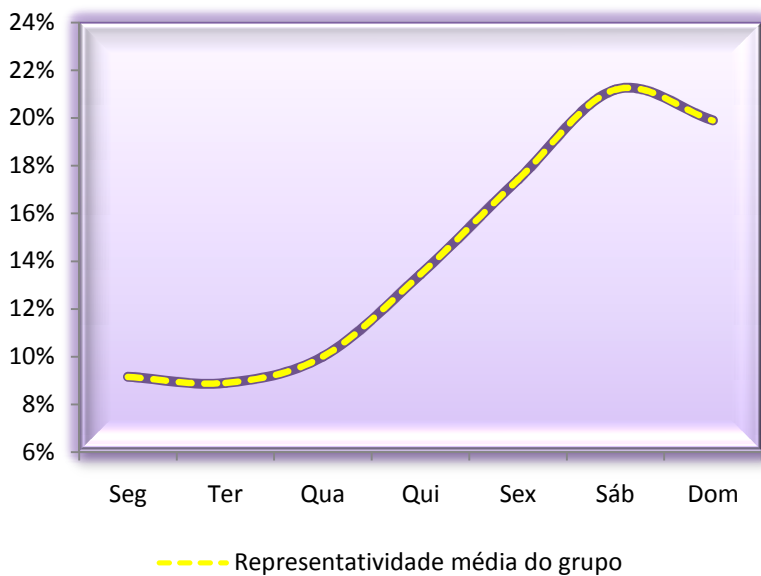


Figura 78 - Curvas de tráfego do grupo 17

- Grupo 18: composto por cinco trechos, apresenta a maior movimentação de segunda a quinta-feira, quando acontece uma queda de aproximadamente 3% para a sexta-feira. Não há grandes variações da sexta ao domingo. Os trechos são localizados em áreas mais isoladas, embora apresentem uma leve taxa de urbanização.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição do trecho	Município	Mesorregião
18.1	DERSC1155	SC108	320,52	Braço do Norte - São	São Ludgero	Sul Catarinense
18.2	E10814	SC108	320,336	Braço do Norte - São	São Ludgero	Sul Catarinense
18.3	E45304	SC453	78,056	Videira - Salto Veloso	Iomerê	Oeste Catarinense
18.4	E46502	SC465	42,381	Ipumirim - Entr. SCT-283	Arabutã	Oeste Catarinense
18.5	ROD501057	SC416	32,03	Entr. (B) SCT-477 (Timbó) - Entr. BR-158	Rodeio	Vale do Itajaí

Tabela 32 - Informações de localização do grupo 18

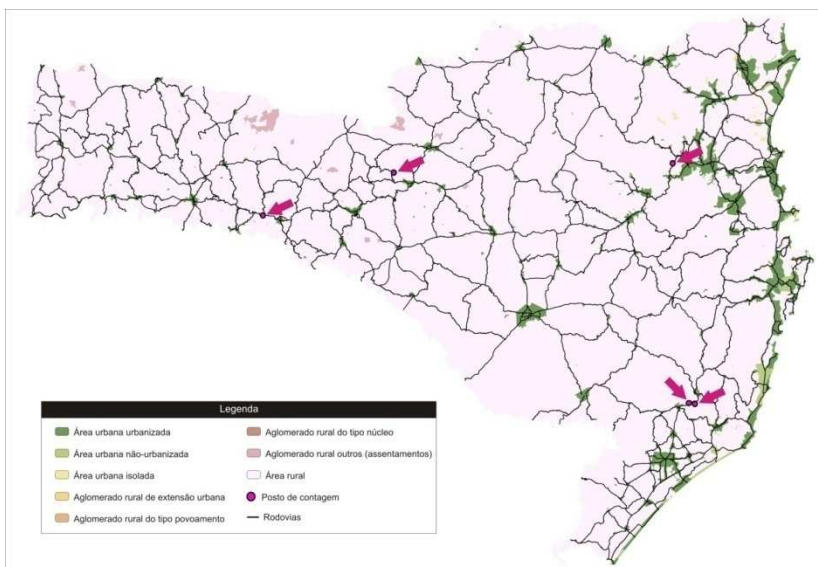


Figura 79 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 18

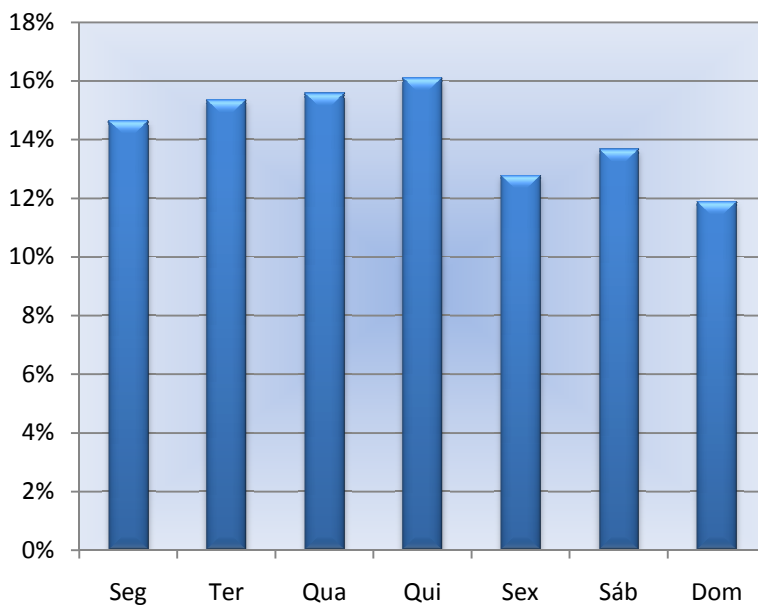


Figura 80 - Representatividade média do grupo 18

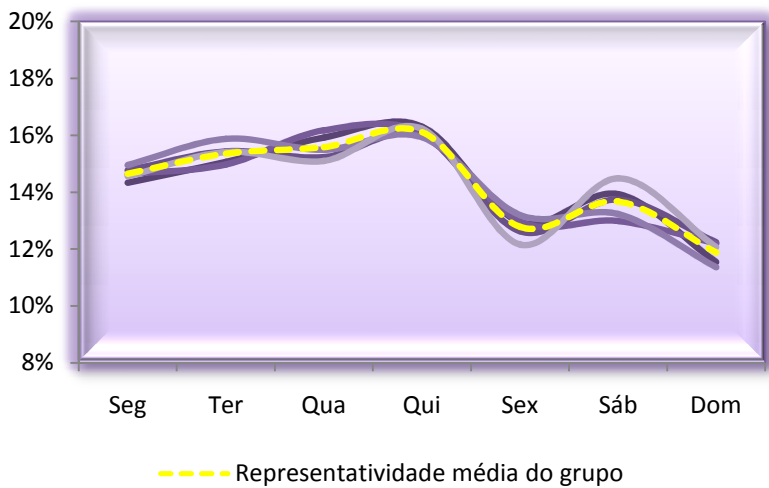


Figura 81 - Curvas de tráfego do grupo 18

• Grupo 19: com dois trechos localizados bem próximo no sul e um no Vale do Itajaí, este grupo apresenta um leve aumento da movimentação de segunda a quinta-feira, caindo em torno de 1% na sexta-feira e voltando ao mesmo patamar no sábado. O domingo, por sua vez, apresenta novamente uma queda, onde o volume atinge seu menor valor. Os três trechos são localizados próximos à áreas urbanizadas, ao litoral e também à áreas industriais.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição do trecho	Município	Mesorregião
19.1	BRUSQ2030	SCT486	20,79	Entr. BR-101 - Brusque	Itajaí	Vale do Itajaí
19.2	DER-SC107	SC370	102	Braço do Norte - Gravatal	Braço do Norte	Sul Catarinense
19.3	DERSC1156	SC108	321,49	São Ludgero - Orleans	São Ludgero	Sul Catarinense

Tabela 33 - Informações de localização do grupo 19

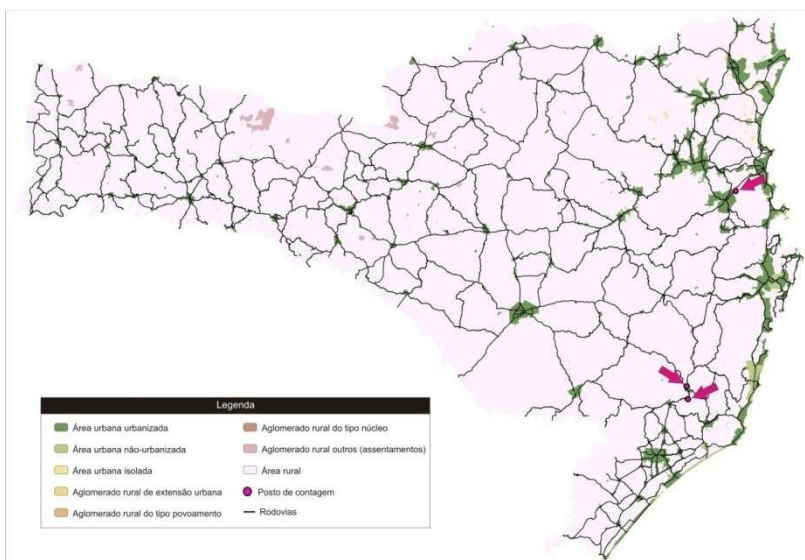


Figura 82 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 19

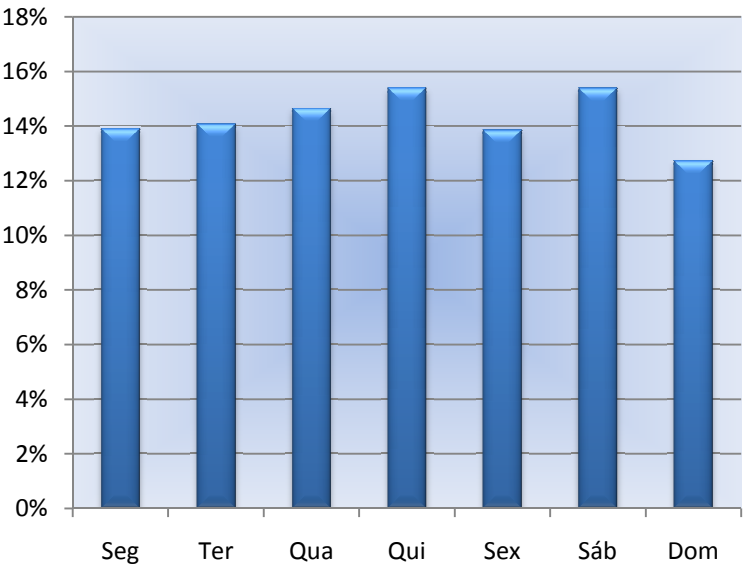


Figura 83 - Representatividade média do grupo 19

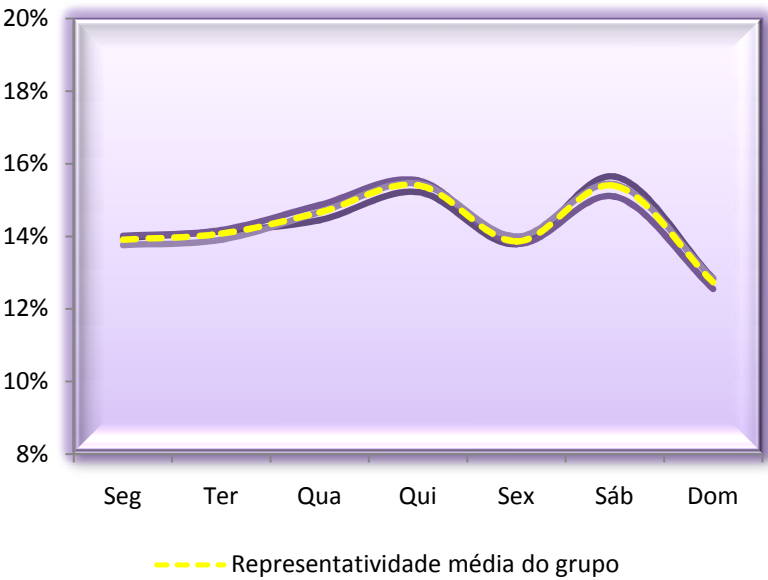


Figura 84 - Curvas de tráfego do grupo 19

- Grupo 20: localizados em áreas mais isoladas, os trechos que constituem o grupo 20 não apresentam grandes diferenças entre os dias da semana, embora haja um leve decréscimo de sexta-feira a domingo. Sendo assim, a movimentação principal ocorre nos dias da semana, situação essa que pode ser explicada pela localização dos trechos, onde os mesmos estão distantes de áreas turísticas.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
20.1	DERSC 1196	SC352	277,34	Entr. (B) BR-470 (Rio do Sul) - Entr. SC-424 (Ituporanga)	Ituporanga	Vale do Itajaí
20.2	E10822	SC108	438,485	Ermo - Entr. SC-447 (Jacinto Machado)	Jacinto Machado	Sul Catarinense
20.3	E16301	SCT163	59,336	Entr. BR-282 (São Miguel do Oeste) - Iporã do Oeste	São Miguel d'Oeste	Oeste Catarinense
20.4	E16303	SCT163	98,013	Entr. SCT-386 (Iporã do Oeste) - Entr. (B) SC-493 (P/ Tunápolis)	São João do Oeste	Oeste Catarinense
20.5	E35202	SC352	42,529	Taquara Verde - Entr. (A) SC-135 (p/ Rio das	Caçador	Oeste Catarinense
20.6	E47901	SC479	0,541	Entr. SC-156 (Formosa do Sul) - Irati	Formosa do Sul	Oeste Catarinense

Tabela 34 - Informações de localização do grupo 20

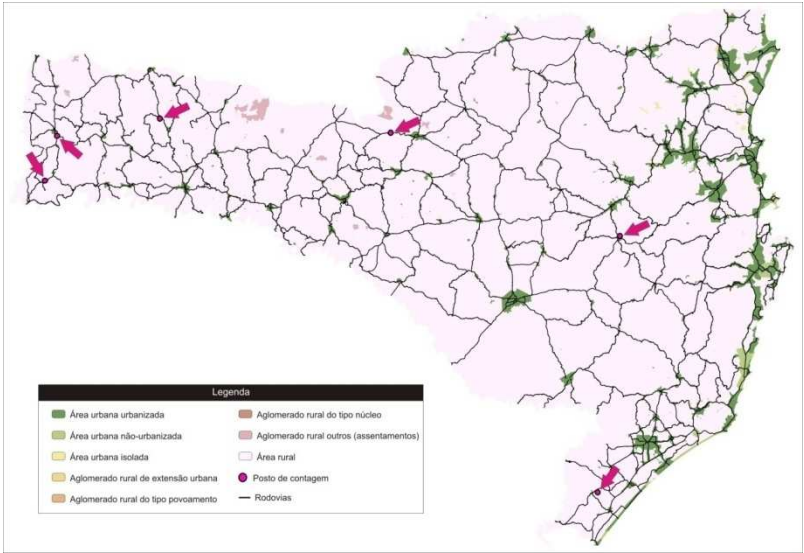


Figura 85 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 20

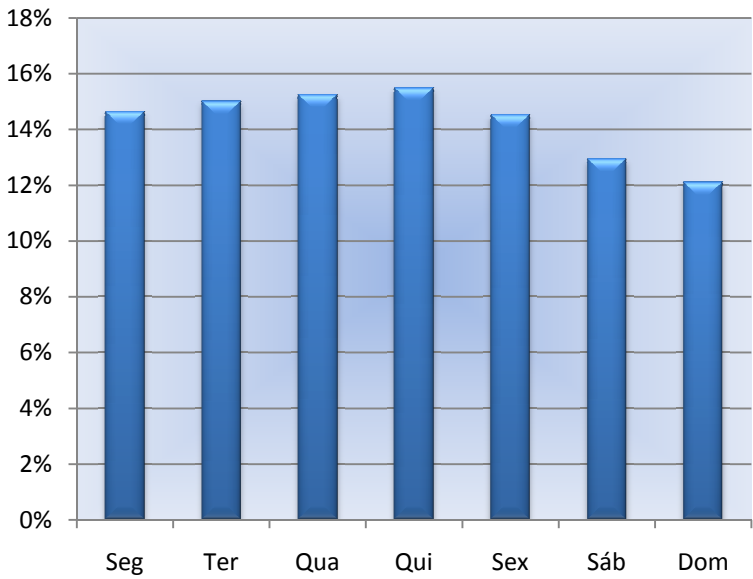


Figura 86 - Representatividade média do grupo 20

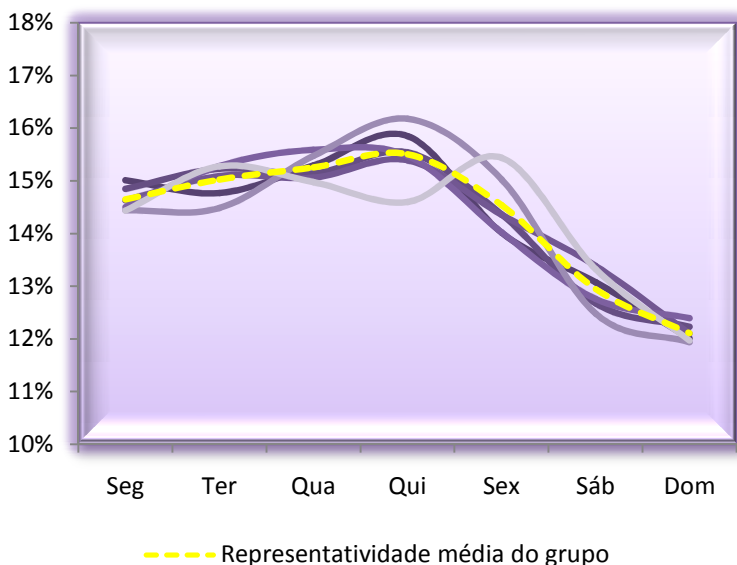


Figura 87 - Curvas de tráfego do grupo 20

- Grupo 21: o grupo compreende apenas um trecho, localizado na região Oeste de Santa Catarina. A movimentação é caracterizada pela homogeneidade de tráfego de segunda a quinta e aos sábados, enquanto que a sexta e o domingo apresentam valores menores, com domingo sendo a menor movimentação semanal.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
21.1	DERSC1197	SC463	42,63	Catanduvas - Entr. SC-452 (Água	Catanduvas	Oeste Catarinense

Tabela 35 - Informações de localização do grupo 21

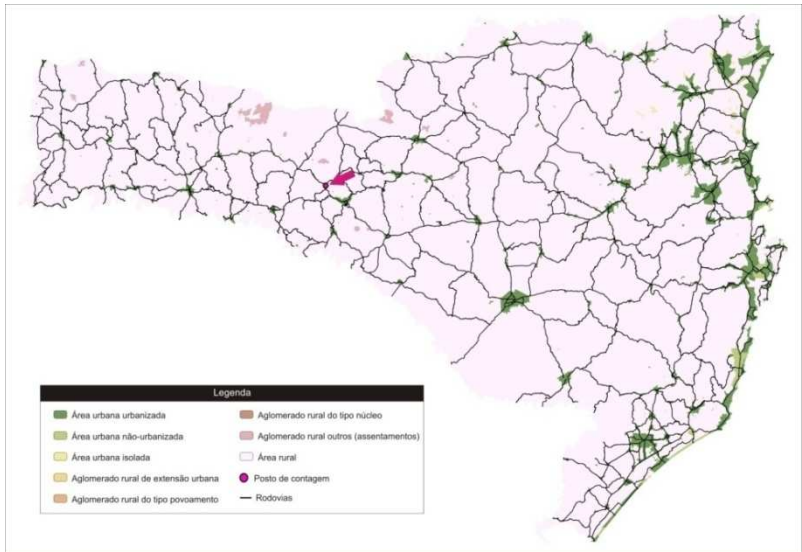


Figura 88 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 21

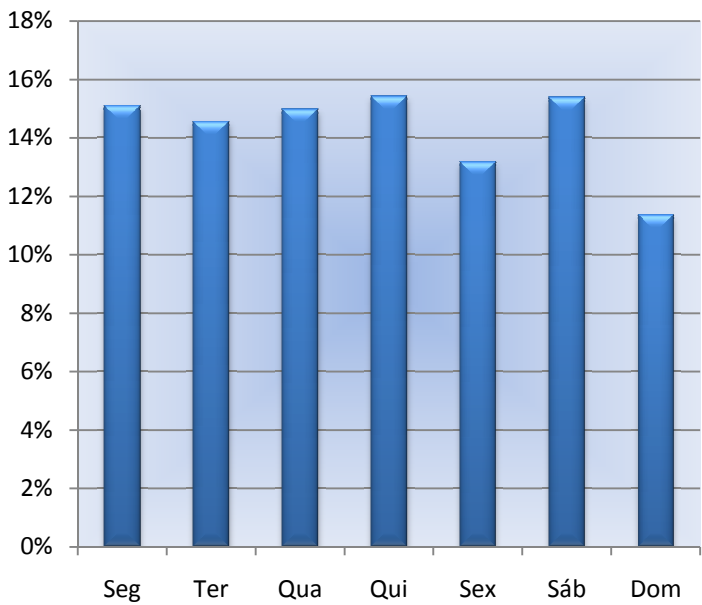


Figura 89 - Representatividade média do grupo 21

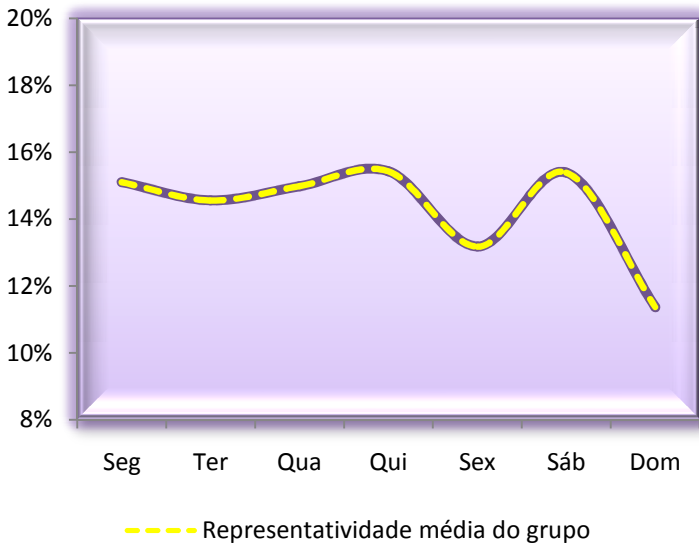


Figura 90 - Curvas de tráfego do grupo 21

- Grupo 22: com um trecho na Grande Florianópolis e um na região Serrana, este grupo tem como as maiores movimentação de sexta-feira ao domingo, e tráfego praticamente constante nos outros dias da semana. Ambos são localizados em áreas urbanizadas.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
22.1	DERSC 1198	SC411	24,81	Entr. (B) SC-108 (São João Batista) - Nova Trento	São João Batista	Grande Florianópolis
22.2	E12005	SC120	188,989	Entr. BR-470 (Curitibanos) - Entr. (A) BR-282 (p/ São José do Cerrito)	Curitibanos	Serrana

Tabela 36 - Informações de localização do grupo 22

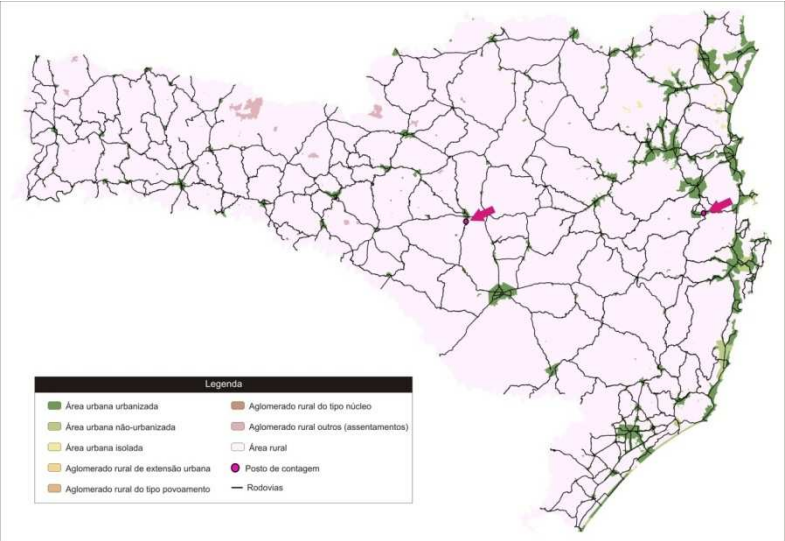


Figura 91 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 22

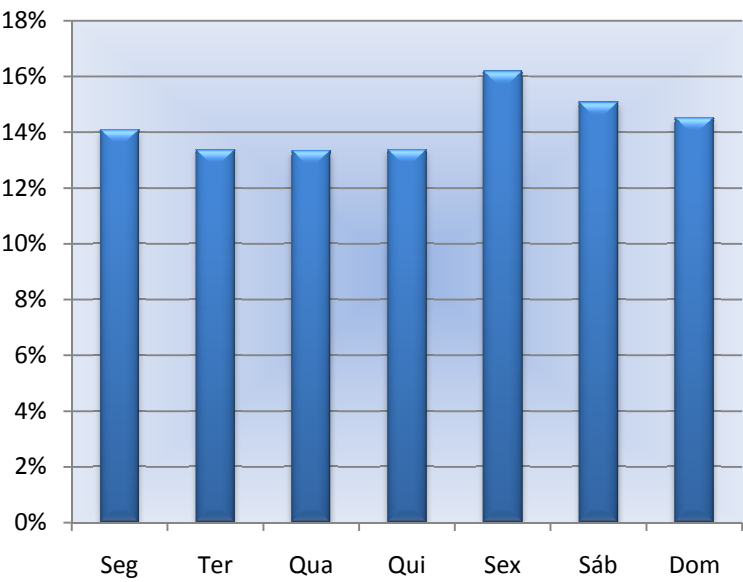


Figura 92 - Representatividade média do grupo 22

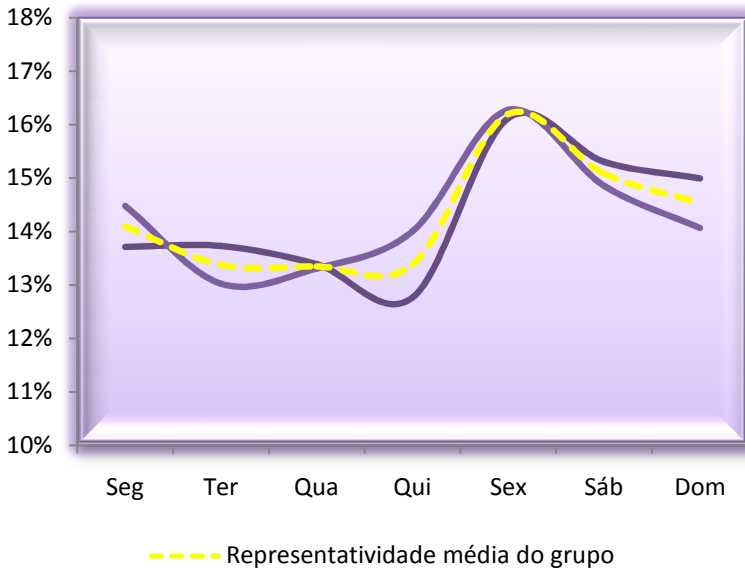


Figura 93 - Curvas de tráfego do grupo 22

• Grupo 23: todos os cinco trechos que compõem esse grupo estão próximos à regiões consideradas turísticas, devido ao litoral. Desses, três estão localizados na região sul, um na grande Florianópolis e um no norte catarinense. Dessa forma, sua maciça movimentação é aos finais de semana, com pico no sábado e um decréscimo no domingo, mas que ainda se mantém com maior volume que os outros dias da semana. Todos eles estão em áreas consideradas urbanizadas.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição do trecho	Município	Mesorregião
23.1	DER-SC950	SC444	65,14	Entr. BR-101 - Praia do Rincão	Içara	Sul Catarinense

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
23.2	E10807	SC108	155,065	Entr. (B) SC-411 (São João Batista p/ Tijucas) -	São João Batista	Grande Florianópolis
23.3	E43401	SC434	5,267	Entr. BR-101 - Garopaba	Garopaba	Sul Catarinense
23.4	E44405	SC444	59,517	Entr. BR-101 - Praia do Pinheiro	Içara	Sul Catarinense
23.5	JOINV2050	ACES01	2,63	Entr. BR-280 (Araquari) - Joinville (Acesso)	Araquari	Norte Catarinense

Tabela 37 - Informações de localização do grupo 23

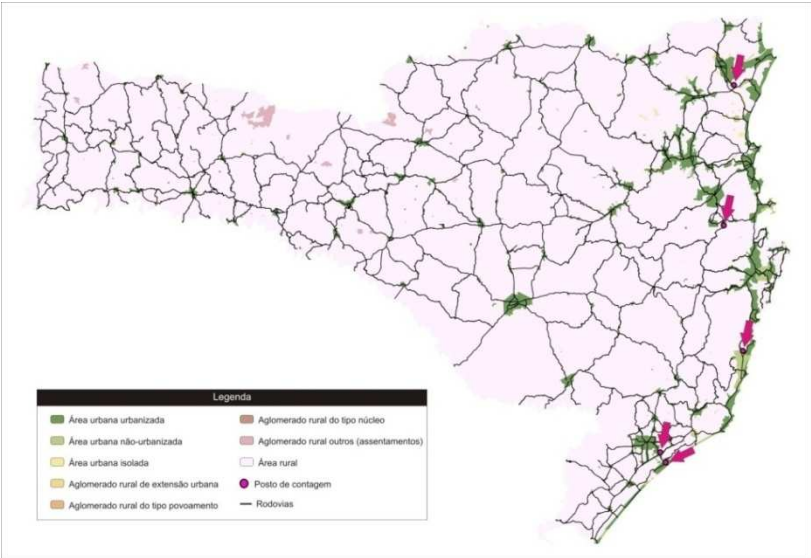


Figura 94 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 23

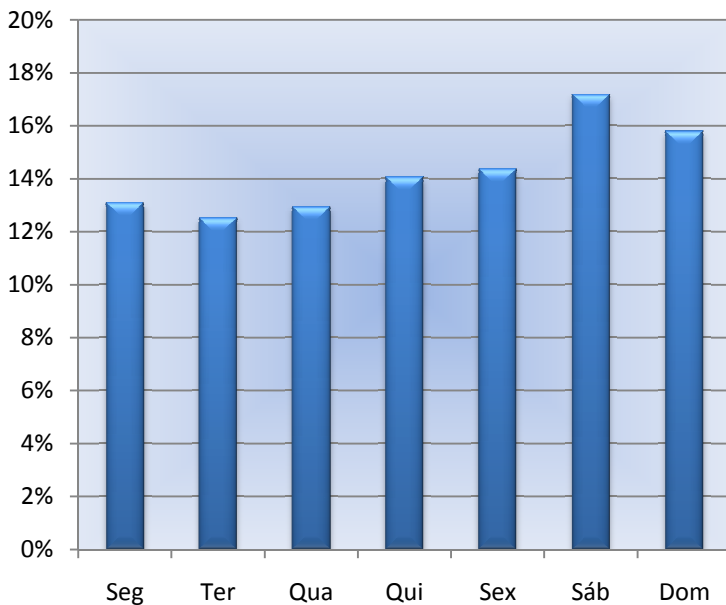


Figura 95 - Representatividade média do grupo 23

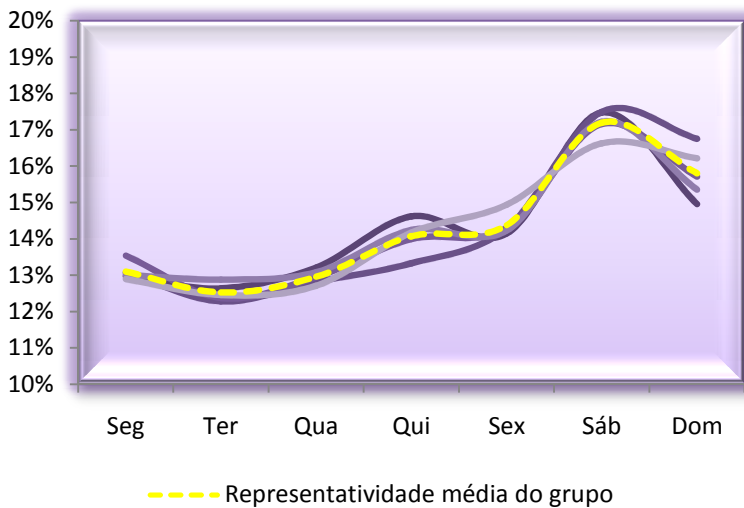


Figura 96 - Curvas de tráfego do grupo 23

- Grupo 24: com apenas um trecho localizado na região sul, o grupo apresenta como pico semanal o dia de sábado, sendo que de segunda até este o volume apresenta uma trajetória crescente, caindo em torno de 4% no domingo. O trecho é localizado em área urbanizada e próxima à região litorânea.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
24.1	DER-SC951	SC444	58,73	Entr. BR-101 - Praia do Rincão	Içara	Sul Catarinense

Tabela 38 - Informações de localização do grupo 24

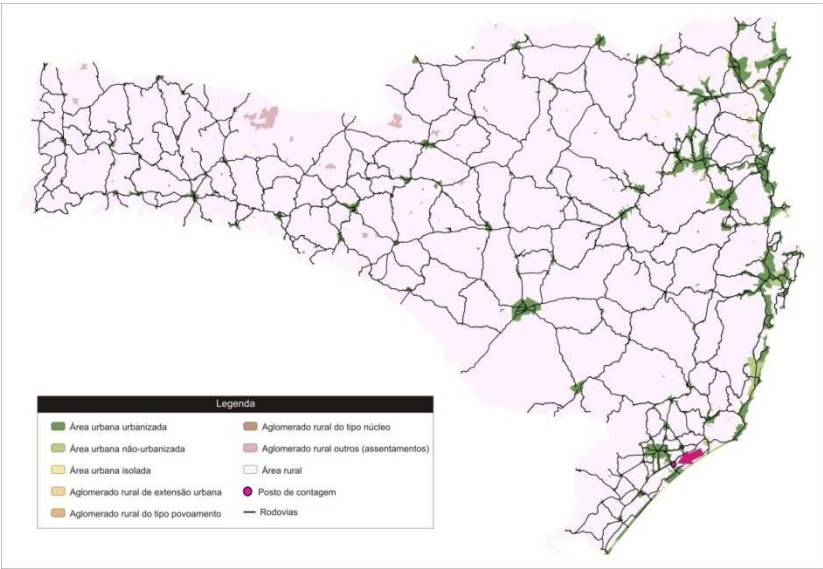


Figura 97 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 24

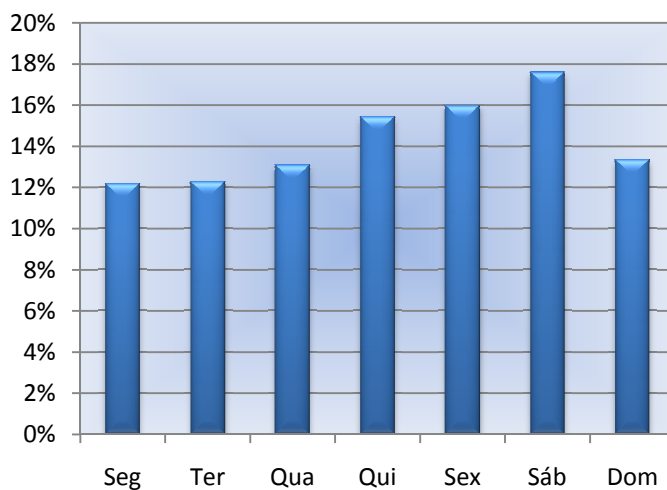


Figura 98 - Representatividade média do grupo 24

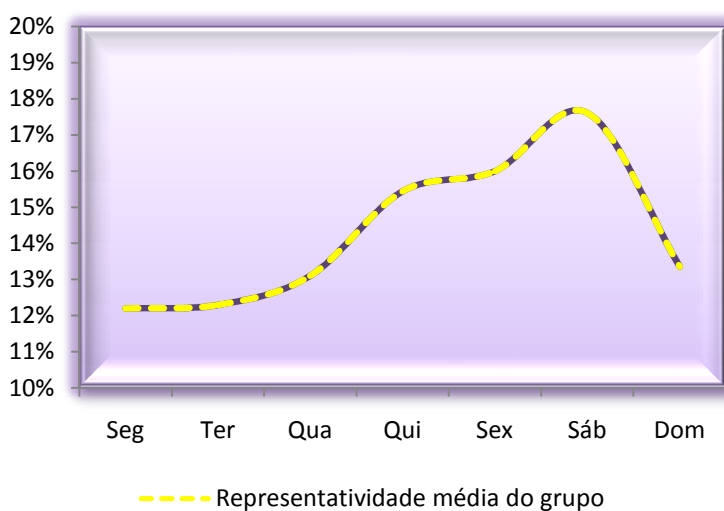


Figura 99 - Curvas de tráfego do grupo 24

- Grupo 25: composto por 6 trechos, sendo quatro deles localizados em áreas limítrofes. Três estão no oeste, um no sul, um no norte e um no vale do Itajaí. Apresentam

uma movimentação praticamente homogênea ao longo da semana, com pico na quinta-feira, seguido do domingo. Também se caracterizam pela proximidade à aglomerados populacionais.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
25.1	E28408	SC284	228,541	Piratuba - Entr. SC-461 (Peritiba)	Peritiba	Oeste Catarinense
25.2	E41801	SC418	8,14	Jaraguá do Sul - Pomerode	Jaraguá do Sul	Norte Catarinense
25.3	E41901	SC419	1,42	Entr. BR-101 - Ilhota	Itajaí	Vale do Itajaí
25.4	E45001	SC450	3,228	Entr. BR-101 - Praia Grande	São João do Sul	Sul Catarinense
25.5	E47601	SC476	15,369	Entr. BR-153 - Matos Costa	Matos Costa	Oeste Catarinense
25.6	F28234	BR282	657,867	São Miguel do Oeste - Paraíso	São Miguel d'Oeste	Oeste Catarinense

Tabela 39 - Informações de localização do grupo 25

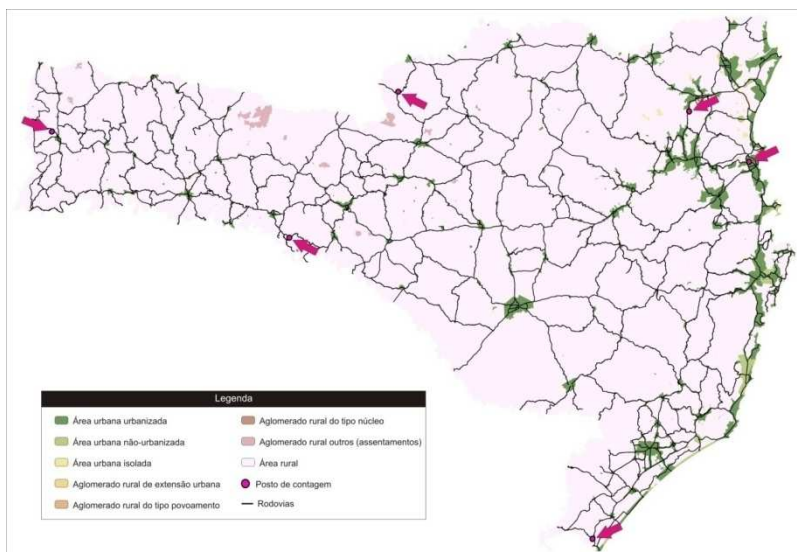


Figura 100 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 25

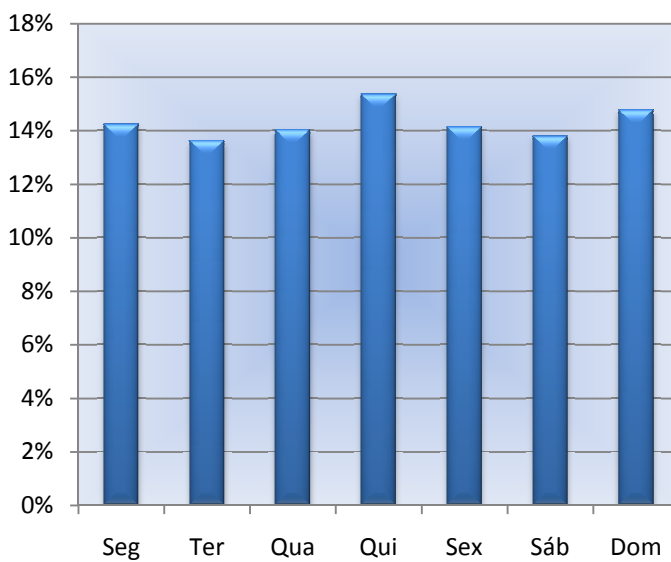


Figura 101 - Representatividade média do grupo 25

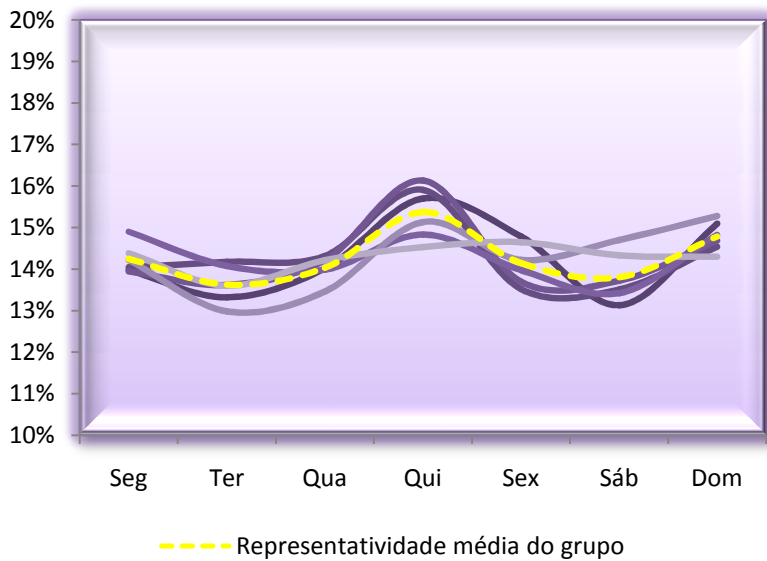


Figura 102 - Curvas de tráfego do grupo 25

- Grupo 26: com apenas dois trechos e ambos com área lindeira urbanizada, este grupo tem sua grande movimentação de segunda a quinta-feira, onde cada um desses dias apresenta em torno de 16% da movimentação semanal. Na sexta-feira há uma grande queda do volume de tráfego, onde é registrado quase 11% da movimentação. O sábado apresenta uma elevação do tráfego, enquanto que o domingo, esse índice cai novamente, ficando balizado com a movimentação da sexta-feira.

No	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
26.1	DER-SC953	RM477	8,08	Canoinhas - Três Barras	Três Barras	Norte Catarinense
26.2	E45303	SC453	44,774	Fraiburgo - Videira	Videira	Oeste Catarinense

Tabela 40 - Informações de localização do grupo 26

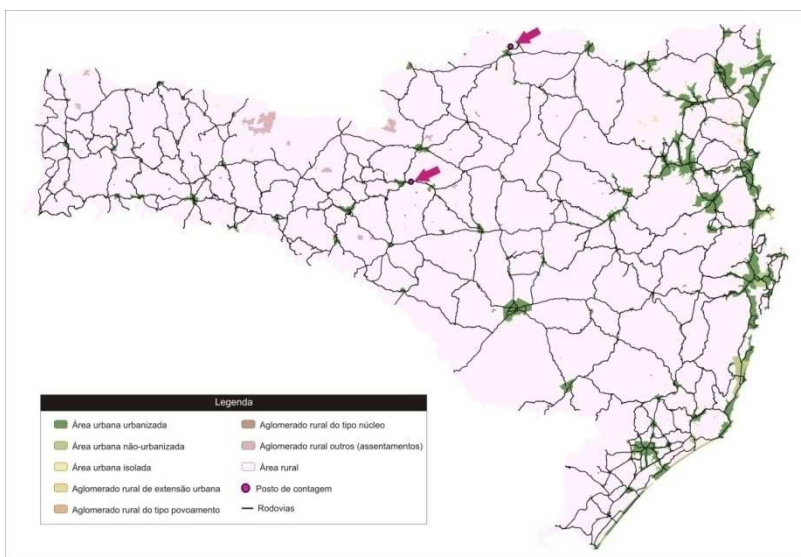


Figura 103 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 26

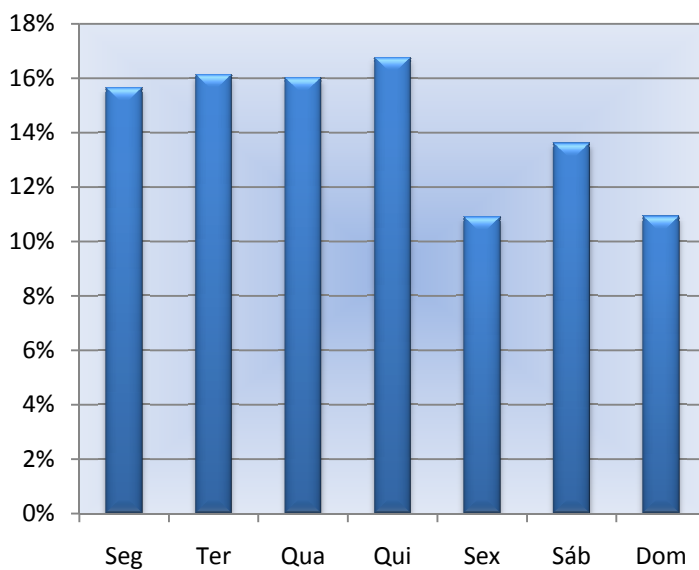


Figura 104 - Representatividade média do grupo 26

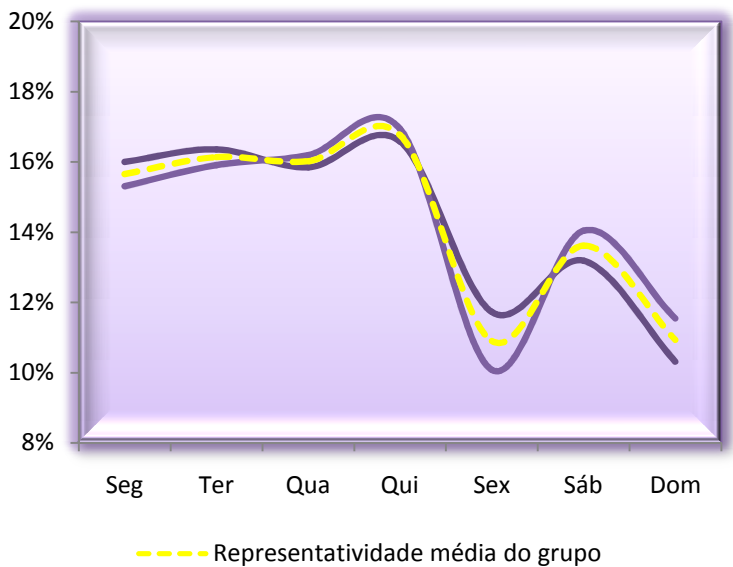


Figura 105 - Curvas de tráfego do grupo 26

- Grupo 27: com sete trechos, este grupo apresenta um aumento gradativo de movimentação de segunda a quinta-feira, quando ocorre uma queda até o sábado, subindo novamente no domingo, embora não chegue ao patamar do volume apresentado nos dias da semana. Os trechos são distribuídos em quatro regiões: norte, sul, oeste e vale do Itajaí, e localizam-se próximo à áreas urbanizadas.

No	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
27.1	E10802	SC108	39,924	Entr. (B) BR-280 - Massaranduba	Guaramirim	Norte Catarinense
27.2	E10816	SC108	339,489	Orleans - Urussanga	Urussanga	Sul Catarinense
27.3	E13508	SC135	202,541	Entr. BR-282 (Joaçaba) - Entr. SC-458 (Ouro)	Ouro	Oeste Catarinense

No	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
27.4	E41802	SC418	34,808	Pomerode - Entr. BR-470	Pomerode	Vale do Itajaí
27.5	E46301	SC463	11,447	Entr. BR-153 - Jaborá	Jaborá	Oeste Catarinense
27.6	E46302	SC463	30,701	Jaborá - Entr. BR-282	Jaborá	Oeste Catarinense
27.7	ITOUP4026	SC108	69,69	Massaranduba - Entr. (A) BR-470	Blumenau	Vale do Itajaí

Tabela 41 - Informações de localização do grupo 27

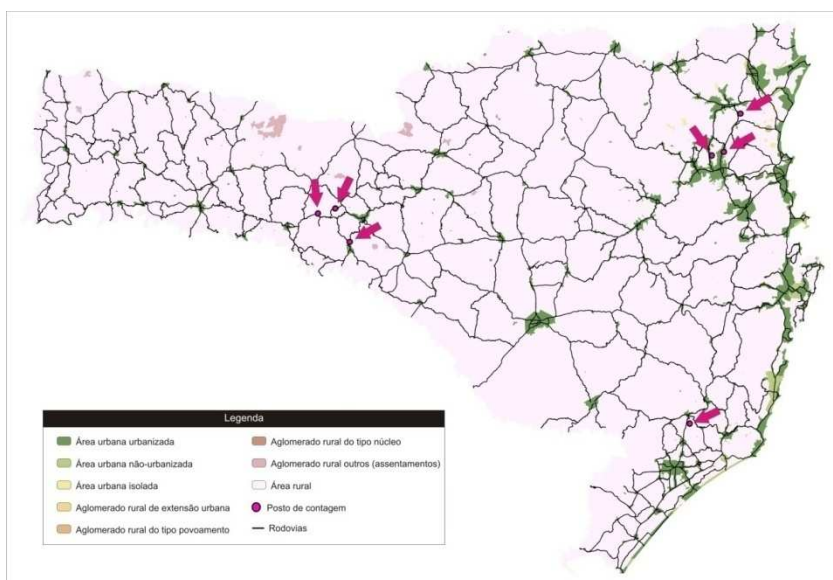


Figura 106 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 27

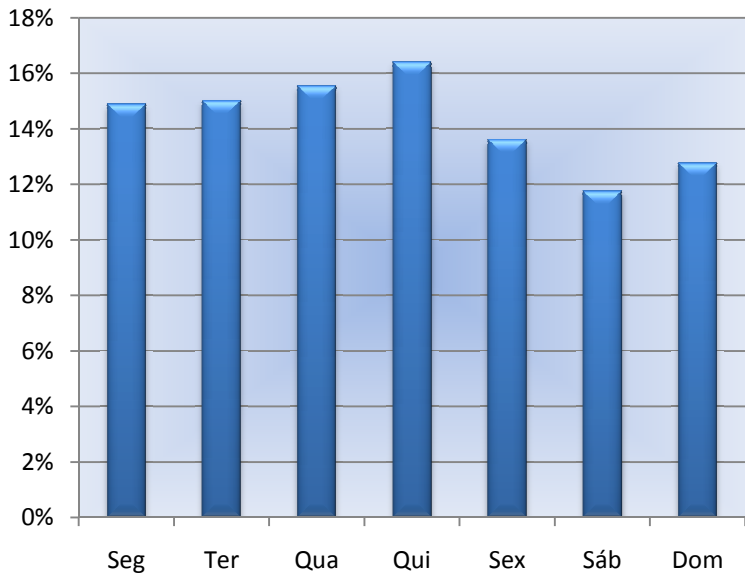


Figura 107 - Representatividade média do grupo 27

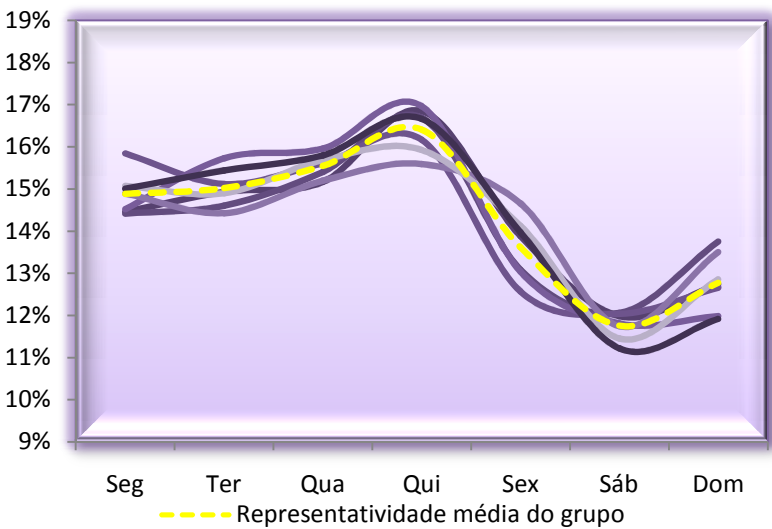


Figura 108 - Curvas de tráfego do grupo 27

- Grupo 28: com quatro trechos, cada um localizado em uma região diferente, o grupo apresenta um leve acréscimo de volume ao longo dos dias da semana, com a maior variação do sábado para o domingo, dia esse considerado o pico semanal. Não apresentam caracterizações geográficas e lindeiras idênticas.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
28.1	E10805	SC108	139,313	Brusque - Claraíba	Nova Trento	Grande Florianópolis
28.2	E34504	SC345	166,621	Urubici - Entr. SC-382 (Cruzeiro)	Urubici	Serrana
28.3	E43001	SC430	5,36	Entr. BR-101 (Pirabeiraba) - Vila Dona Francisca	Joinville	Norte Catarinense
28.4	E43102	SC431	67,862	São Bonifácio - Entr. (A) SC-432 (p/	São Martinho	Sul Catarinense

Tabela 42 - Informações de localização do grupo 28

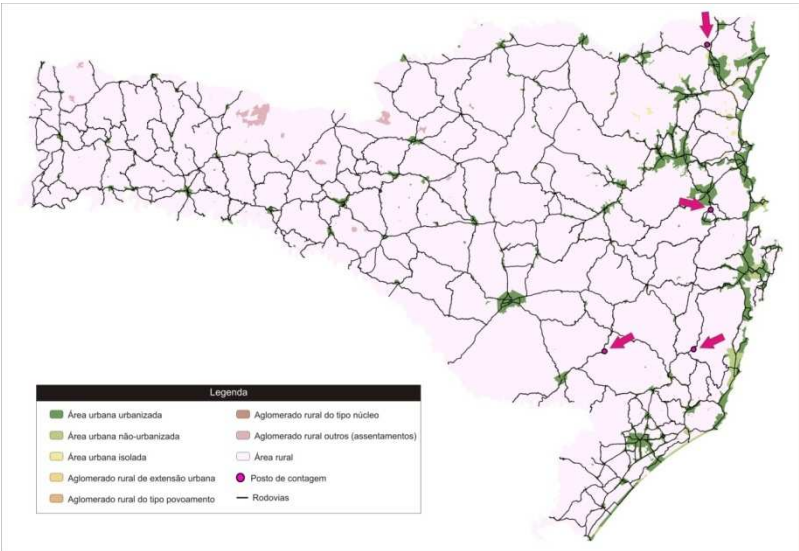


Figura 109 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 28

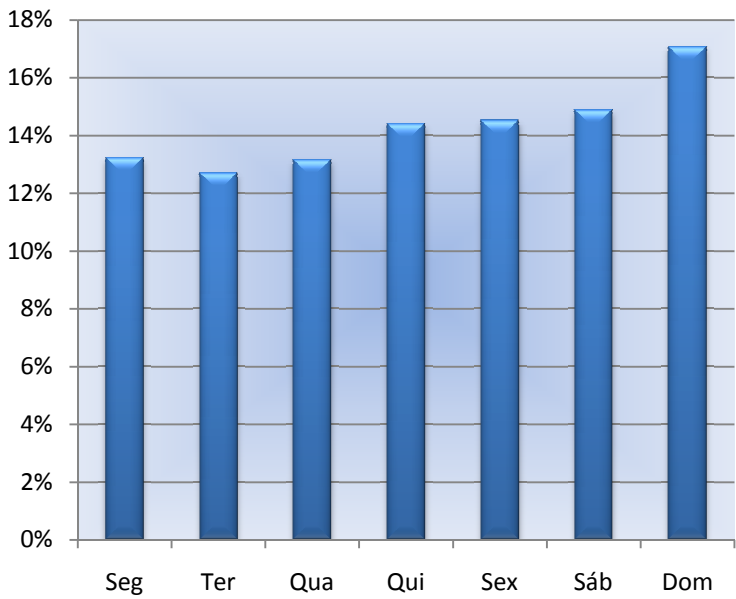


Figura 110 - Representatividade média do grupo 28

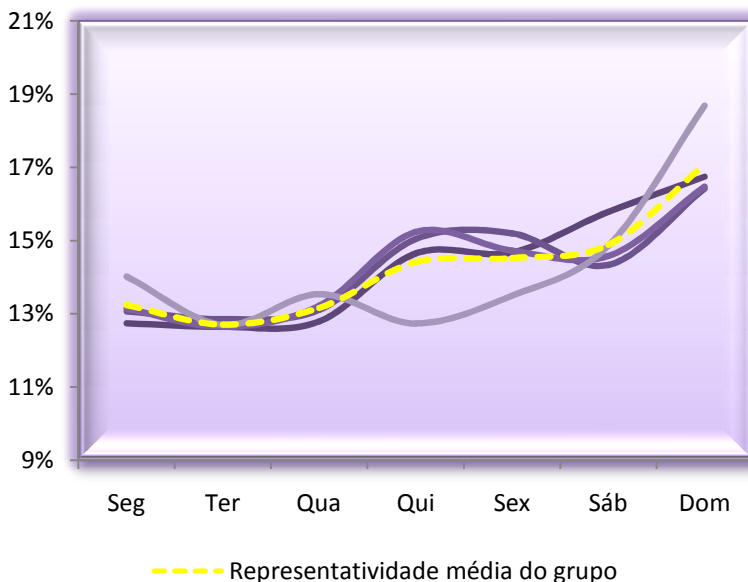


Figura 111 - Curvas de tráfego do grupo 28

- Grupo 29: com exceção do primeiro trecho, os outros três que compõem o grupo são localizados em áreas de acesso à região litorânea. O grupo é caracterizado pelo movimento intenso ao domingo, seguido do sábado. O restante dos dias apresenta pouca variação. Além disso, todos estão em áreas não-urbanizadas, mas com pouca distância dessas.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
29.1	E12001	SC120	4,249	Entr. SCT-280 - Timbó Grande	Bela Vista do Toldo	Norte Catarinense
29.2	E40701	SC407	12,477	Entr. BR-101 - São Pedro de Alcântara	São Pedro de Alcântara	Grande Florianópolis
29.3	E43202	SC432	25,079	Entr. SC-431 (São Martinho) - Entr. SC-437	São Martinho	Sul Catarinense

29.4	E43703	SC437	52,042	SC-432 (p/ São Martinho) - Entr. BR-101 (p/ Tubarão)	Laguna	Sul Catarinense
------	--------	-------	--------	---------------------------------------------------------------	--------	--------------------

Tabela 43 - Informações de localização do grupo 29

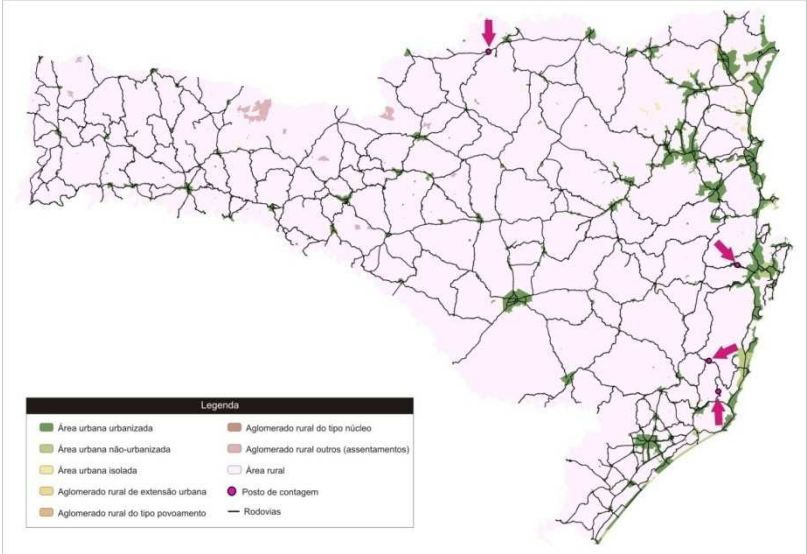


Figura 112 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 29

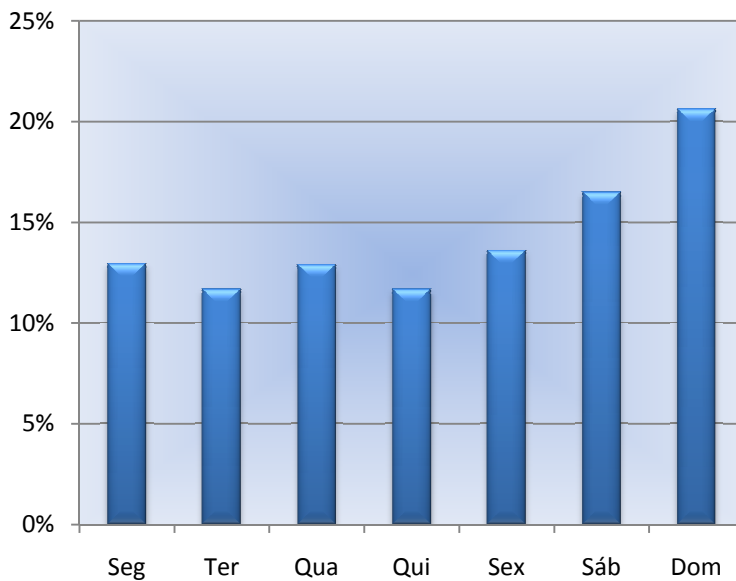


Figura 113 - Representatividade média do grupo 29

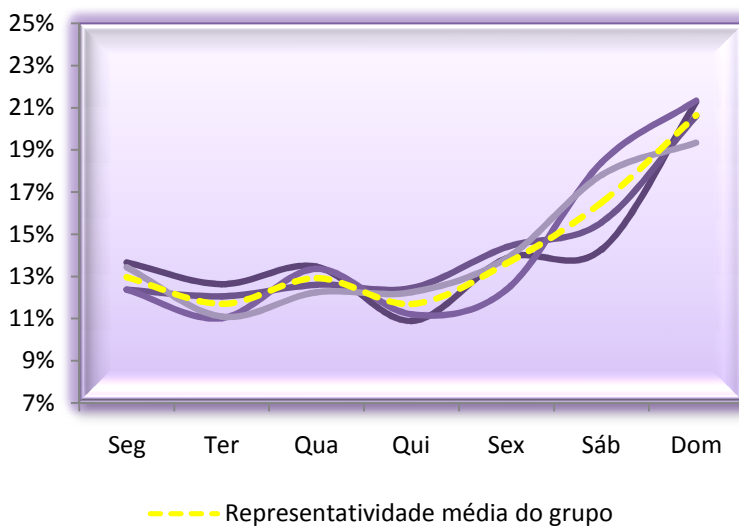


Figura 114 - Curvas de tráfego do grupo 29

- Grupo 30: com dois trechos localizados na Grande Florianópolis, o grupo 29 tem sua maior movimentação aos finais de semana, o que é explicado pela sua localização. O volume aumenta consideravelmente da quinta para a sexta-feira, e continua crescendo, mas de forma mais leve, até o domingo.

No	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
30.1	E10808	SC108	190,022	Major Gercino - Entr. SC-407	Angelina	Grande Florianópolis
30.2	E43302	SC433	15,487	Pinheira - Entr. BR-101	Palhoça	Grande Florianópolis

Tabela 44 - Informações de localização do grupo 30

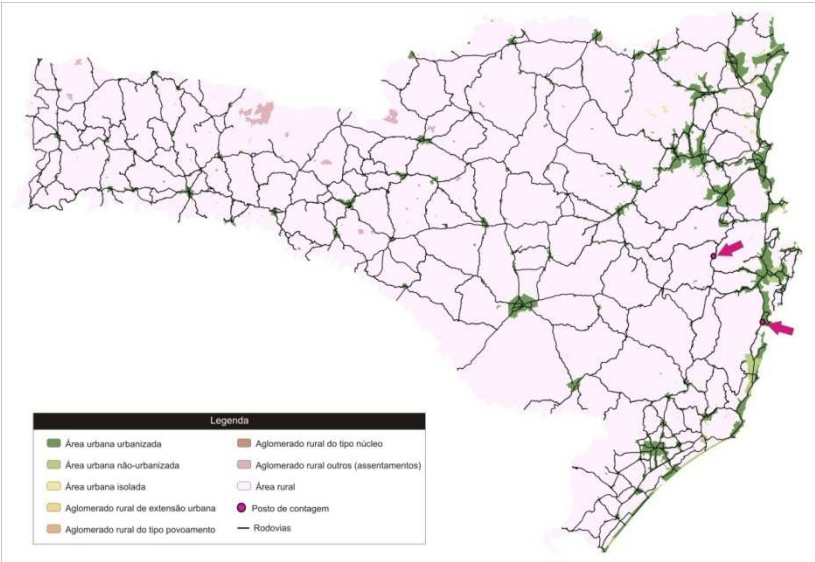


Figura 115 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 30

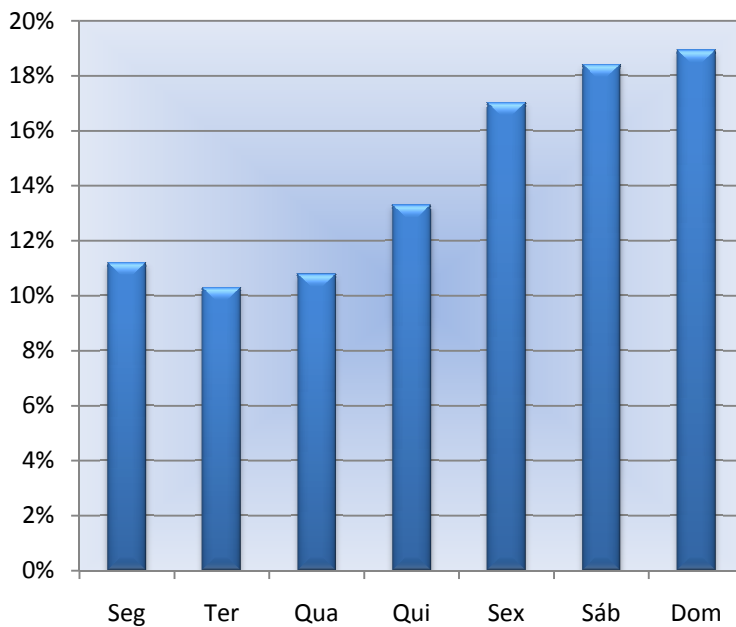


Figura 116 - Representatividade média do grupo 30

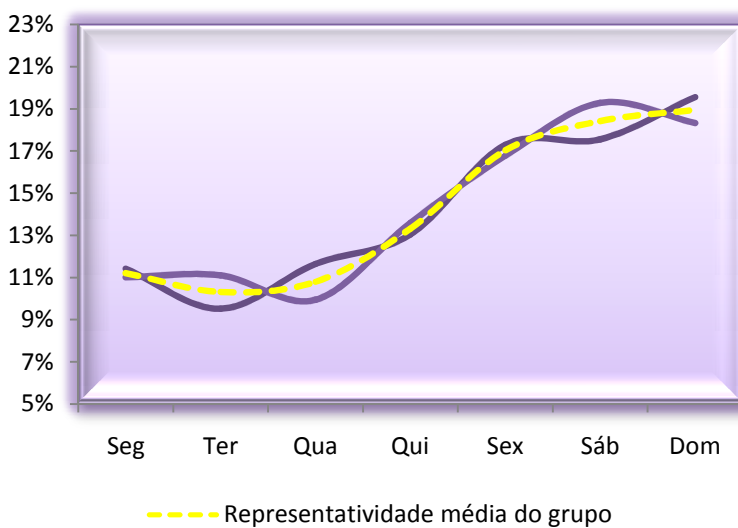


Figura 117 - Curvas de tráfego do grupo 30

• Grupo 31: os dois trechos compositores deste grupo são localizados próximo um do outro, sendo que ambos estão em uma região rural. Não apresentam grandes picos, sendo que a diferença máxima entre o dia com menor movimentação (terça-feira) e o de maior movimentação (sexta-feira) é aproximadamente 3%.

Nº	ID Posto	Sigla	km	Descrição trecho	Município	Mesorregião
31.1	E10811	SC108	264,892	Anitápolis - Santa Rosa de Lima	Anitápolis	Grande Florianópolis
31.2	E35211	SC352	332,777	Entr. Acesso Chapadão do Lajeado - Entr. BR-282 (Alfredo	Alfredo Wagner	Grande Florianópolis

Tabela 45 - Informações de localização do grupo 31

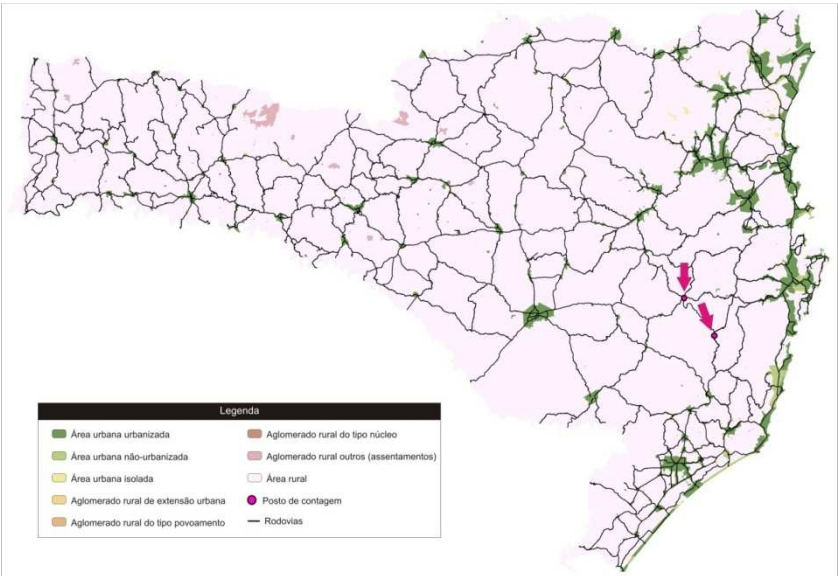


Figura 118 - Visualização georreferenciada dos postos de contagem do grupo 31

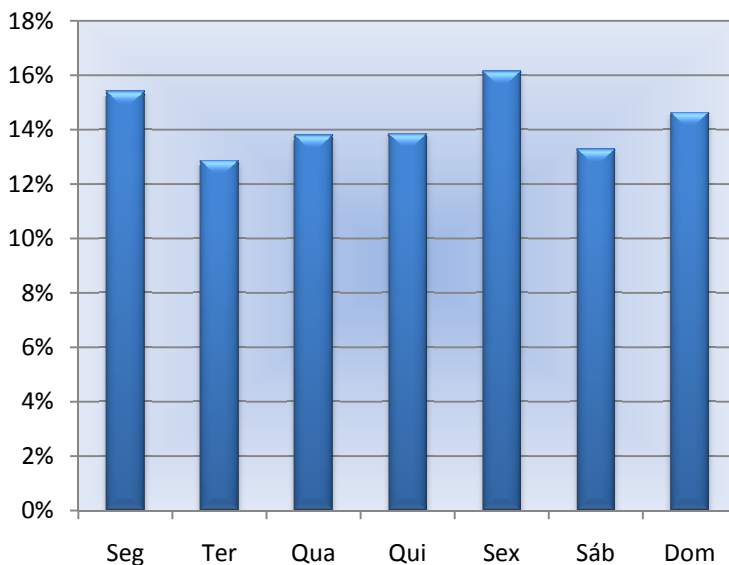


Figura 119 - Representatividade média do grupo 31

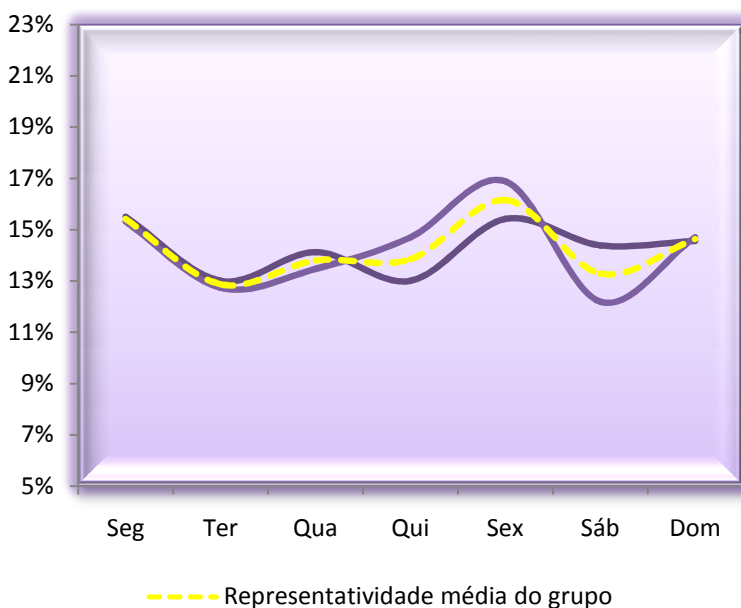


Figura 120 - Curvas de tráfego do grupo 31

Depois de realizada a aplicação do método, é possível concluir que os resultados obtidos podem ser considerados satisfatórios. O próximo item do trabalho tem por finalidade descrever as considerações finais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento dos sistemas de transporte se mostra cada vez mais necessário no contexto mundial, seja pela crescente demanda de estudos de diminuição do número de acidentes, seja pela necessidade de se possuir uma rede de tráfego eficiente para o transporte de seus bens ou simplesmente para proporcionar um maior bem-estar à população. De forma geral, para grande parte de estudos de tráfego, os dados sobre a movimentação nos trechos se mostram necessários.

Um programa de contagem demanda alto dispêndio de recursos, tanto financeiros como humanos, sendo essa uma das razões pela qual poucas são as contagens realizadas hoje no Brasil. Além da falta de dados sobre volumes de tráfego disponíveis, há certa dificuldade em encontrar na literatura trabalhos que foquem essa área, no que diz respeito à adequação dos recursos ao número de postos de contagem. Neste contexto, o levantamento de informações sobre programas de contagem de tráfego no país e no exterior serviu para demonstrar a escassez atual de dados de tráfego, dificultando as ações de planejamento por parte dos órgãos competentes nacionais. Ao mesmo tempo, o quadro desses programas em outros países, principalmente europeus, mostra como o Brasil é defasado nesta área.

Dessa forma, criou-se uma metodologia que viesse por auxiliar os programas de contagem para diminuição dos custos associados, através da identificação de um número mínimo de trechos que necessitam de contagem contínua, mas levando em consideração determinado grau de precisão na expansão de dados de trechos que não possuam contagem contínua. Para tanto, optou-se pela identificação de trechos que possuíssem curvas de tráfego idênticas através de técnicas de agrupamento.

Através de um estudo de caso com rodovias do estado de Santa Catarina, percebeu-se que a metodologia trouxe bons resultados, agrupando 125 trechos em 31 grupos, com considerável precisão. Esse exemplo teve como propósito principal testar a metodologia e verificar se a mesma é passível de utilização, o que ficou comprovado. Conclui-se então que a metodologia apresentada como objetivo geral deste trabalho foi satisfeita, assim como os objetivos específicos foram respondidos de forma satisfatória.

Como recomendações para trabalhos futuros, sugere-se uma análise aprofundada em relação à identificação de características

socioeconômicas dos trechos que compõem cada um dos grupos. De forma geral, podem ser analisados dados alfanuméricos e geográficos de produções vegetais, animais, industriais, nível de comércio e serviços, população, número de veículos, dentre outras informações. Outra base de informações importante, mas difícil de encontrar e custosa são pesquisas origem-destino, onde as mesmas podem mostrar os tipos de cargas que mais são transportadas pelo trecho, bem como frequência, destino, etc. Além disso, a identificação do tipo de rodovia (classificação funcional e técnica) no qual os trechos estão localizados pode apresentar informações importantes sobre a movimentação da mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Marlene dos Reis; CARVALHO, Wagner Macedo; BERNAR, Celso Aparecido Gea; ALMEIDA, Martha Maganha de; MONTEIRO, Marcos Mesquita; VERNIERS, Caio Rafael; UEDA, Yossuke; DEMARCHI, Sergio Henrique; NAGAO, Eduardo Minoru; GERSON, Leandro; NETTO, Dalmar Vitor Vinciprova Faria e GERMANI, Elmir. **Sistema de Contagem e Controle Permanente de Tráfego nas Rodovias do Estado de São Paulo**. 37ª Reunião Anual de Pavimentação – RAPv e 11º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária – ENACOR. Goiânia. GO. 2006.

BARBETTA, Pedro Alberto. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. 6ª edição. Florianópolis: Editora da UFSC, 2006.

BUSS, Tiago. **Alocação de frota através da minimização dos custos de transporte utilizando programação linear**. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas). Departamento de Ciências Econômicas. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: 2009.

DEINFRA – Departamento Estadual de Infraestrutura. Governo do Estado de Santa Catarina. **Volume I.1 – Concepção, desenvolvimento e Operação do Programa**. Florianópolis (2008)

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Manual de projeto geométrico de engenharia rodoviária**. Rio de Janeiro: IPR, 1974.

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Manual de projeto geométrico de rodovias rurais**. Rio de Janeiro, 1999.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de transportes. **Manual de estudos de tráfego**. Rio de Janeiro: 2006.

DNIT (1) - Departamento Nacional de Infraestrutura de transportes. **Nomenclatura das rodovias federais**. Disponível em: http://www.dnit.gov.br/menu/rodovias/rodoviasfederais/index_html#

[Nomenclatura%20das%20Rodovias%20Federais](#). Acesso em: 17 de abril de 2009.

DNIT (2) - Departamento Nacional de Infraestrutura de transportes. **Postos de contagem**. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/menu/rodovias/contagem>. Acesso em: 26 de outubro de 2009.

FHWA – Federal Highway Administration. Study tour for european traffic monitoring programs and technologies. Agosto de 1997.

GARBER, Nicholas J. e HOEL, Lester A. *Traffic & Highway Engineering*. 4ª edição. Toronto, Canadá: Cengage Learning, 2008.

GOMES, Marcos José Timbó. **Volume Horário de Projeto para as Rodovias Estaduais do Ceará - Análise e Contribuição**. Dissertação (Mestrado) — Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. CE, 2004.

HAIR, Joseph F.; ANDERSON, Rolph E.; TATHAM, Ronald. L. e BLACK, William. **Análise Multivariada de dados**. 5ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert e WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**. Volume 1. 7ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/malhas_digitais/setor_rural_2007/Malha_Setorial_Rural/Malha_Setorial_Rural_2007_2500/. Acesso em: 15 de julho de 2009.

ITE - Institute of Transportation Engineers. **Traffic Engineering Handbook**. 5ª edição. Washington DC - USA, 1999.

JOHNSON, Richard. A. e WICHERN, Dean W. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. USA: Prentice-Hall, 1982.

KAUFMAN, Leonard e ROUSSEEUW, Peter J. *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*. USA: John Wiley & Sons, 2005.

LABTRANS (1) - Laboratório de Transporte e Logística da Universidade Federal de Santa Catarina. Elaborar diretrizes técnicas e parâmetros operacionais para que o DNIT execute projetos de monitoramento de tráfego na Malha Rodoviária Federal. **Projeto Trienal de Coleta de Tráfego: Produto 1 - Relatório de Análise e Concepção**. Departamento de Engenharia Civil. Florianópolis, 2008.

LABTRANS (2) - Laboratório de Transporte e Logística da Universidade Federal de Santa Catarina. Elaborar diretrizes técnicas e parâmetros operacionais para que o DNIT execute projetos de monitoramento de tráfego na Malha Rodoviária Federal. **Projeto Trienal de Coleta de Tráfego: Produto 2 - Relatório de Localização dos Postos Permanentes**. Departamento de Engenharia Civil. Florianópolis, 2008.

LEE, Shu Han **Introdução ao projeto geométrico de rodovias**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2002.

LIMA, Lucio C. e MOREIRA, Maria E. P. **Plano de Contagem de Tráfego na Malha Rodoviária do Estado do Ceará**. Anais do IX ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Volume I. São Carlos – SP, 1995. p. 40 a 46.

MACHADO, C. E. P. **Pesquisa de Tráfego Rodoviário - Conceitos, Metodologias, Orientações e sua Evolução no Estado do Rio Grande do Sul**. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

MORAES, José Augusto de. **Análise da projeção do VDM para rodovias do estado de São Paulo. Engenharias e Tecnologias**. Universidade Anhembi Morumbi. Disponível em: http://daroncho.com/professor/6_conic_j.pdf. Acesso em: 16 de julho de 2009.

PIMENTEL, Edson P.; FRANÇA, Vilma F.; OMAR, Nizam. **A identificação de grupos de aprendizes no ensino presencial utilizando técnicas de clusterização**. XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. UFRJ. Rio de Janeiro: 2003. Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/sbie2003/publicacoes/paper52.pdf>. Acesso em: 05 de outubro de 2009.

PLANALTO. **Lei de criação do Plano Nacional de Viação**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/15917.htm. Acesso em: 19 de agosto de 2009.

PORATH, Reginaldo; GAIO, José A., FRANÇA, Adão M. **Sistema Representativo de Contagem de Tráfego: Um modelo para a gerência de dados do tráfego rodoviário**. 10º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária - ENACOR. Joinville, SC, 2005.

VALE, Marcos N. **Agrupamentos de Dados: Avaliação de Métodos e Desenvolvimento de Aplicativo para Análise de Grupos**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Elétrica. Pontifícia Universidade Católica. Rio de Janeiro: 2005.

VALENTE, Amir M. **Informações Práticas para Realização de Estudos de Tráfego em Projetos de Engenharia Rodoviária**. Florianópolis, SC, 1994.

VINHAS, Lúbia; QUEIROZ, Gilberto R.; FERREIRA, Karine R.; CÂMARA, Gilberto e PAIVA, João. A. C. **Programação genérica aplicada a algoritmos geográficos**. INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/terralib/docs/papers/GeoInfo2002-Final.pdf>. Acesso em: 05 de outubro de 2009.